

J. C. Mooi

*Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek,
Wageningen*

De aantasting van de aardappel door zilverschurft (*Helminthosporium solani*)

with a summary

The silver scurf disease of the potato



1968 Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie
Wageningen

6 20.34

Bij de uitvoering van dit onderzoek is in belangrijke mate medewerking verleend door de Rijkslandbouwwoorlichtingsdiensten van W.- en O.-Drente en van N.-Noordholland. In het bijzonder zijn wij dank verschuldigd aan de heren L. Ketelaar, A. Boesjes en C. Mulder voor assistentie bij de proeven in de genoemde gebieden. Door de medewerking van het Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwprodukten te Wageningen was het mogelijk een aantal bewaarproeven in het onderzoek te betrekken. De uitvoering van het voornaamste gedeelte van de proeven berustte bij de heren G. H. Heitmeijer en J. H. van Achterberg, aan wie hierbij veel dank betuigd wordt, in het bijzonder voor het verrichten van de tijdrovende bepalingen van de aantastingsgraad.

Deze publikatie verschijnt tevens als Mededeling no. 482 van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen.

© Centrum voor Landbouwpublicaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen, 1968.

Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this book may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

Inhoud

1	INLEIDING	1
1.1	Ziektebeeld	1
1.2	Literatuur	3
1.3	Doelstelling van het onderzoek	4
2	METHODIEK	5
3	DE UITBREIDING VAN ZILVERSCHURFT OP DE KNOLLEN IN DE GROND EN GEDURENDE DE BEWARING	7
3.1	De uitbreiding in de grond	7
3.1.1	Invloed van het tijdstip van rooien; graad van aantasting bij vroege en late rassen	7
3.1.2	Vochtigheidstoestand van de grond en andere factoren	9
3.1.3	Invloed van het looftrekken of doodspuiten	10
3.1.4	Graad van aantasting in de praktijk	12
3.1.5	Discussie	13
3.2	De uitbreiding gedurende de bewaring in kuilen	14
3.2.1	Invloed van het tijdstip van rooien	14
3.2.2	De uitbreiding bij vroege en late rassen	17
3.2.3	Discussie	18
3.3	De uitbreiding gedurende de opslag in bewaarplaatsen met buitenluchtkoeling	19
3.3.1	Enige praktijkproeven	19
3.3.2	Invloed van de duur van het drogen	21
3.3.3	Discussie	23
4	DE OORSPRONG VAN DE BESMETTING	25
4.1	Proeven met poters die vrij zijn van infectie	25
4.2	Invloed van de graad van aantasting van de poters op die van de opbrengst	27
4.3	Discussie	29
5	DE SCHADE VEROORZAAKT DOOR ZILVERSCHURFT	30
5.1	De schade tengevolge van het vochtverlies	30
5.2	Discussie	32

6	DE BESTRIJDING	34
6.1	Zo spoedig mogelijk drogen van de opgeslagen aardappelen	34
6.1.1	Bestrijding in poterbakjes	34
6.1.2	In bewaarplaatsen met buitenluchtkoeling; drogen met verwarmde lucht of met meer lucht per tijdseenheid	35
6.1.3	Discussie	36
6.2	Door desinfectie van de poter	38
6.2.1	De desinfectie van de poter	38
6.2.2	Invloed van de desinfectie op de aantasting van de opbrengst	40
6.3	Behandeling van de oogst met een fungicide	49
6.4	Behandeling van de grond met een bestrijdingsmiddel	50
	SAMENVATTING	52
	CONCLUSIES	56
	SUMMARY	57
	LITERATUUR	61

1 Inleiding

Zilverschurft wordt veroorzaakt door *Helminthosporium solani* Dur. & Mont. (syn. *H. atrovirens* (Harz) Mason & Hughes, syn. *Spondylocadium atrovirens* Harz (Ellis, 1961). Deze aantasting komt voor in de meeste landen waar aardappelen verbouwd worden. In Nederland was men lange tijd van mening dat ze van weinig betekenis was. Toen omstreeks 1954 in ons land voor het eerst consumptie-aardappelen werden gewassen om ze aantrekkelijker te maken voor de consument, bleek dat het uiterlijk soms juist nadelig werd beïnvloed, zodat ze ongeschikt waren voor de verkoop. Vastgesteld werd dat zilverschurft de oorzaak was. De vlekken die deze ziekte veroorzaakt kwamen aan het licht doordat de grond op de knollen was weggewassen; een nader onderzoek toonde aan dat zilverschurft veel algemener voorkwam dan men meende. Bovendien bleek dat de schade zich niet altijd beperkt tot een onaantrekkelijk uiterlijk, maar dat zilverschurft in bepaalde gevallen ook een ernstige schrompeling van de knollen kan veroorzaken die gepaard kan gaan met een vermindering van kiemkracht.

1.1 Ziektebeeld

Zilverschurft veroorzaakt min of meer ronde vlekken. Een geringe aantasting bestaat meestal uit één of enkele vlekken, maar bij een sterkere aantasting nemen deze in aantal toe en vloeien dikwijls samen (foto 1). Een groot gedeelte van de knol of zelfs de gehele oppervlakte kan bedekt zijn met zilverschurft. Meestal zijn de vlekken min of meer grijs en omgeven door een donkerder getinte, doorgaans bruinachtige rand. Bij roodschillige soorten verdwijnt de kleur ter plaatse van de vlek. Volgens Burke (1938) zijn de vlekken aanvankelijk bruin maar wij hebben ook dikwijls waargenomen dat bij het begin van de aantasting de kleur van de vlek en die van de niet aangetaste huid slechts weinig verschilt. In een later stadium treedt vaak een zilverachtige glans op die vooral duidelijk is wanneer de vlek bevochtigd wordt. Zilverschurft is niet altijd gemakkelijk te herkennen en het is dan ook noodzakelijk om de knollen te wassen, teneinde de aanwezigheid van de vlekken te kunnen vaststellen. Tijdens het bewaren treedt vaak een lichte rimpeling van de huid ter plaatse van de vlek op; bij een sterke aantasting kunnen de knollen gaan schrompelen (foto 2). Tijdens een vochtige bewaring ontwikkelen zich de donker getinte conidiëndragers van de schimmel waarop min of meer kransgewijs vele, eveneens donker getinte conidiën gevormd worden (foto 3). Bij een sterke sporulatie lijkt het alsof de knol ter plaatse bedekt is met roet. Volgens Burke varieert de

lengte van de conidiëndragers van 150-375 μ ; de breedte is meestal 7-8 μ . De afmetingen van de conidiën variëren eveneens sterk: Burke geeft voor de lengte 36-61 μ en voor de breedte 7,5-12 μ . Meestal komen vijf tot zeven septa voor, maar dit aantal kan wisselen van twee tot negen.

Behalve de conidiëndragers en de conidiën zijn op zilverschorftvlekken nog kleine, met het blote oog nauwelijks waarneembare, donkere lichaampjes aanwezig die een losse structuur bezitten en uit een klein aantal meest afgeronde cellen bestaan. Ellis (1961) houdt deze lichaampjes voor rudimentaire stromata (foto 4).

Verloop van de infectie De conidiën kiemen in water vrij snel: na 24 uur heeft het grootste gedeelte één of soms meer kiembuizen gevormd. Burke (1938) heeft vastgesteld dat de infectie gewoonlijk na 48 uur tot stand komt en dat het mycelium zich in het periderm zowel inter- als intracellulair uitbreidt. In de dieper gelegen weefsels van de knol dringt de schimmel echter niet door. De typische zilvergans wordt veroorzaakt doordat gedeelten van de celwanden van het periderm als gevolg van de infectie loslaten. Hierdoor ontstaan openingen waardoor lucht kan binnendringen tussen de cellen. Bovendien wordt het periderm meer doorlatend voor waterdamp. Door het vochtverlies dat hiervan het gevolg is ontstaat rimpeling van de huid. Schultz (1916) nam waar dat omstreeks drie weken nadat de infectie had plaats gevonden conidiën worden gevormd, maar volgens Burke (1938) was hiervoor ongeveer vier weken nodig. De nieuw gevormde conidiën zijn weer tot infectie in staat waardoor opnieuw vlekken ontstaan, enz. Op deze wijze kan de ziekte, mits de omstandigheden gunstig zijn, zich sterk uitbreiden.

Andere knolaantastingen die op zilverschorft lijken Behalve *H. solani* kan ook *Colletotrichum atramentarium* (Berk. & Br.) Taub. de huid van de knol aantasten. Hierdoor ontstaat soms een bruine verkleuring. Gewoonlijk zijn de vlekken minder duidelijk begrensd dan die van zilverschorft. Wanneer zich de met het blote oog zichtbare microscleroriën van *C. atramentarium* op de vlekken ontwikkelen is de aantasting gemakkelijk te herkennen. Deze microscleroriën zijn namelijk te onderscheiden van de eerder genoemde rudimentaire stromata van *H. solani* door hun grotere afmetingen en compactheid. De zwartgekleurde microscleroriën waren aanleiding om de ziekte de naam 'zwarte spikkel' te geven. Zwarte spikkel en zilverschorft komen dikwijls op dezelfde knol voor.

Wanneer zich op de door *C. atramentarium* veroorzaakte vlekken geen microsclerotiën vormen wordt het moeilijker om deze aantasting macroscopisch van zilverschorft te onderscheiden. Naast zilverschorft en zwarte spikkel komen bovendien soms vlekken voor die eveneens min of meer rond zijn en een duidelijke zilverschachtige glans bezitten. De oorzaak van deze vlekken is onbekend. Ter onderscheiding kan men aardappelen gedurende veertien dagen in een vochtige omgeving bij 15°C plaatsen. Indien *H. solani* de oorzaak van de aantasting is, ontwikkelen zich de kenmerkende conidiëndragers en de conidiën van deze schimmel.

Aangezien echter op zilverschorftvlekken gewoonlijk reeds een, zij het soms

Foto 1. Een door zilverschurft aangetaste Bintje-knol.



Photo 1. Tuber (var. Bintje) diseased with silver scurf.

Foto 2. Aantasting door zilverschurft (ras Sirtema, voorjaar 1955).
Onder: twee in sterke mate aangetaste knollen, sterk geschrompeld.
Boven: twee zeer licht aangetaste knollen, weinig geschrompeld.
De vier knollen zijn gedurende een half jaar opgeslagen in hetzelfde poterbakje.

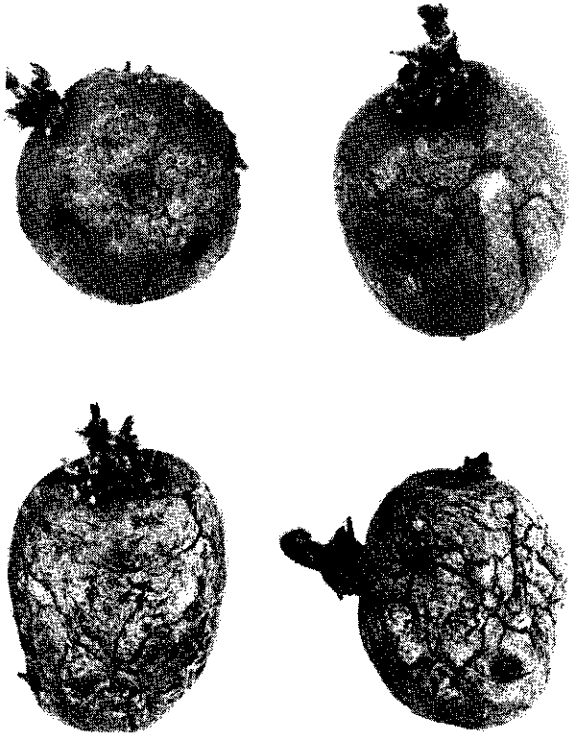


Photo 2. Var. Sirtema diseased with silver scurf (spring 1955).
Bottom: two severely diseased tubers, severely shrunk.
Top: two slightly diseased tubers, only slightly shrivelled.
The four tubers were stored for half a year in the same seedbox.

Foto 3. Sporulatie van *H. solani* op een aangetaste knol die gedurende 10 dagen in een vochtige omgeving bij 15°C is geplaatst (75 ×). Een aantal conidiëndragers met de min of meer kransgewijze geplaatste conidiën zijn zichtbaar.

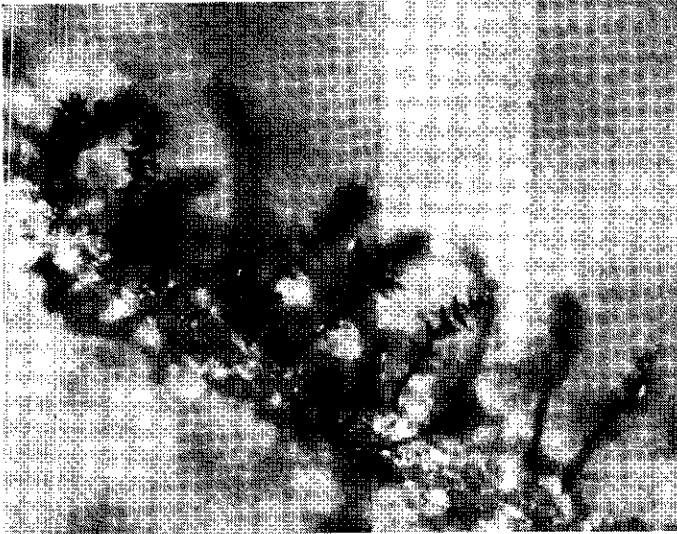


Photo 3. Sporulation of *Helminthosporium solani* on a diseased tuber kept for ten days in a humid environment at 15°C (× 75). A number of conidiophores are visible bearing conidia in indefinite whorls.

Foto 4. Een gedeelte van een sporulerende vlek nadat de conidiën door het wassen van de knol verwijderd zijn (60 ×). De conidiëndragers zijn nog duidelijk zichtbaar evenals de 'rudimentaire stromata'.

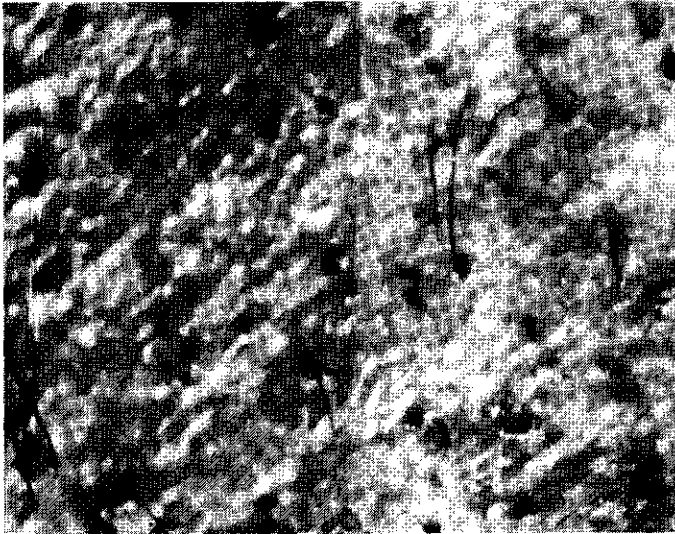


Photo 4. Part of a sporulating lesion after the tuber has been washed (× 60). The conidia have been removed. The conidiophores and rudimentary stromata are still visible.

Foto 5 (zie pag. 30). Boven: licht aangetaste knollen, iets geschrompeld, kieming normaal.
Onder: sterk aangetaste knollen, zeer sterk geschrompeld, geen kieming.
Bewaring gedurende een half jaar in poterbakjes (Sientje, voorjaar 1955).



Photo 5 (see page 30). Top: slightly diseased tubers, slightly shrivelled, sprouts normally developed.

Bottom: severely diseased tubers, very severely shrunken, no sprouting.
Storage in seed boxes for half a year (Sientje, spring 1955).

geringe, sporulatie heeft plaats gevonden is het meestal reeds voldoende de knollen met behulp van een binoculair te onderzoeken zonder deze eerst gedurende veertien dagen in een vochtige omgeving te plaatsen. De conidiën zijn dan weliswaar meestal niet meer aanwezig maar de conidiëndragers nog wel. Deze zijn bij een vergroting van $12,5 \times$ goed te herkennen, te meer daar ze vergezeld gaan van de hiervoor genoemde rudimentaire stromata (foto 4).

1.2 Literatuur

Harz (1871) is de eerste onderzoeker die de schimmel, welke zilverschurft veroorzaakt, op aardappelknollen heeft aangetroffen. Hij bracht de zwam echter niet in verband met zilverschurft. Frank (1897, 1898) beschreef ziektesymptomen van de aardappelknol die zo goed als zeker betrekking hadden op zilverschurft. Ritzema Bos (1900) heeft in 1899 dezelfde ziekteverschijnselen in Nederland waargenomen. In 1903 werd melding gemaakt van het voorkomen van zilverschurft in Ierland (Johnson, 1903) en in Engeland (Smith en Rea, 1903). Clinton constateerde in 1908 dat de ziekte voorkwam in Connecticut en in de volgende jaren bleek zilverschurft in verschillende delen van de Verenigde Staten op te treden. In 1915 (Brittlebank, 1915) is de aantasting voor het eerst in Australië waargenomen. Volgens Crépin (1923) kwam zilverschurft in Frankrijk reeds in 1916 algemeen voor. Sedertdien is in vrijwel alle landen waar aardappelen worden verbouwd melding gemaakt van het voorkomen van zilverschurft.

De eerste onderzoekers die de ziekte uitvoeriger hebben bestudeerd zijn Melhus (1913), Taubenhau (1916) en Schultz (1916) geweest. Melhus trachtte de poters te desinfecteren door ze onder te dompelen in formaline of sublimaat, echter zonder succes. Taubenhau toonde aan dat zilverschurft veroorzaakt wordt door *H. solani* en niet door *C. atramentarium*. Deze auteur constateerde dat de besmetting zowel door de poter als door de grond overgebracht kon worden. Schultz (1916) stelde vast dat de groei van *H. solani* optimaal is tussen 21 en 27°C. Hij toonde aan dat de schimmel door de lenticellen of direct door de epidermis van de knol naar binnen dringt. Het bleek mogelijk knollen in alle stadia van de groei kunstmatig ziek te maken. Inoculaties van stengels, wortels en stolonen van de plant bleven echter zonder resultaat. Onder gunstige omstandigheden wat de vochtigheid en de temperatuur betreft vond een sterke uitbreiding van de aantasting plaats. Schultz meende dat knollen die in de grond achterblijven een belangrijke bron van besmetting kunnen vormen. Poters die gedesinfecteerd werden door onderdompeling in een verwarmde oplossing van sublimaat gaven een oogst die minder sterk was aangetast dan die van onbehandelde poters.

Burke (1937) verrichtte het eerste uitvoerige onderzoek. Het werk van Schultz werd ten dele herhaald en ten dele aangevuld met nieuwe gegevens. In tegenstelling tot Schultz was Burke niet in staat groeiende knollen kunstmatig ziek te maken. Het bleek verder niet mogelijk bij andere planten dan de aardappel door inoculatie ziektesymptomen teweeg te brengen. Een onderzoek op het veld toonde aan dat

de eerste aantasting op de knollen ontstond nadat deze afgerijpt waren en vóór het rooien nog enige tijd in de grond bleven. Tijdens de bewaring nam de ziekte in sterke mate toe. De invloed van de temperatuur en de vochtigheid op de uitbreiding van de aantasting gedurende de bewaring is eveneens nagegaan.

Hrobruih (Rusland, 1953) bevestigde de conclusie van Burke dat de ziekte vooral gedurende de bewaring toeneemt. Aanbevolen wordt de knollen na het rooien enige uren op het veld te laten liggen of ze na de opslag gedurende vijf tot zeven dagen te drogen.

Meyers (1964) constateerde dat tengevolge van zilverschurft de gevoeligheid voor blauw toeneemt.

1.3 Doelstelling van het onderzoek

Uit het literatuuronderzoek bleek dat inzake zilverschurft reeds vrij veel onderzoek was verricht. Over het optreden en de bestrijding van de ziekte in het veld was echter nog weinig bekend. Ons huidige onderzoek had daarom betrekking op de volgende punten:

1. De uitbreiding van de aantasting op de knollen voordat deze gerooid zijn.
2. De toeneming van zilverschurft tijdens de opslag in kuilen.
3. De rasverschillen inzake de vatbaarheid.
4. De uitbreiding van de aantasting in geventileerde bewaarplaatsen.
5. De besmetting bij een drie- of meerjarige vruchtwisseling.
6. De bestrijding door een zo droog mogelijke opslag.
7. De bestrijding door desinfectie van de poter.

2 Methodiek

Het vaststellen van de graad van aantasting gebeurde door 25 knollen van een monster te wassen en vervolgens één voor één te beoordelen bij een vergroting van $12,5 \times$. Door het wassen gaan de conidiën van *H. solani* weliswaar verloren, maar de conidiëndragers en rudimentaire stromata niet. Gewoonlijk is het voldoende één zijde van de knol te beoordelen.

Elke knol is door schatting van het percentage aangetaste oppervlakte ingedeeld in een schaal van aantasting die zeven klassen bevatte: klasse I vrij van zichtbare zilverschurft, klasse II tot 5 %, klasse III 5-12,5 % zilverschurft, enz. Bij het bepalen van het gemiddelde percentage aangetaste knoloppervlakte van elk monster is de aantasting per knol gesteld op het gemiddelde percentage aangetaste knoloppervlakte van de klasse waarin de knol is geplaatst. In de gebruikte schaal liep de hoogste klasse van 75-100 % aangetaste knoloppervlakte (gemiddeld 87,5 %), zodat in deze schaal een monster dus maximaal 87,5 % (= 88 % afgerond) aangetaste knoloppervlakte kan hebben.

Voor de monsters werden steeds knollen van de maat 35-45 mm genomen. Het aantal monsters per partij en per object is verschillend geweest en is bij iedere proef vermeld. Na de monsterneming zijn de knollen in poterbakjes opgeslagen en in een droge, goed geventileerde ruimte in het donker geplaatst. Onder deze omstandigheden drogen de knollen snel en de aantasting breidt zich dan gedurende de bewaring niet of nauwelijks uit. De beoordeling geschiedde binnen enkele maanden na monstername.

Teneinde de uitbreiding van zilverschurft op de poters na het planten te kunnen beoordelen, zijn bij het rooien of ook wel enige tijd eerder van elk object een aantal hiervan opgegraven, meestal tien stuks. Dikwijls waren de knollen nog wel intact, maar niet altijd. In het laatste geval waren de huidjes nog wel aanwezig, zodat het ook dan mogelijk was om de aanwezigheid van de conidiëndragers van *H. solani* op deze huidjes vast te stellen. Als zij na het planten op de knollen waren ontstaan, waren ze steeds goed zichtbaar. Van de reeds voor het planten aanwezige dragers waren sommigen echter niet meer duidelijk zichtbaar. Het gevolg hiervan was dat het verschil tussen de met conidiëndragers bezette oppervlakte van de poters vóór het planten en die na het rooien niet altijd de totale uitbreiding van de aantasting in de grond aangaf. Dit was echter wel het geval indien de knollen vóór het planten slechts in geringe mate waren aangetast.

De proefvelden bestonden uit vakken van minimaal zes bij zes planten. Voor het bepalen van de graad van aantasting bij het rooien is één monster genomen van de

opbrengst van elk vak. Het aantal herhalingen varieerde per proef. De proefvelden waren in blokken ingedeeld, waarbij de verdeling van de objecten over elk blok willekeurig was. Bij proeven met aardappelen in kuilen of bewaarplaatsen waren geen herhalingen mogelijk. Op de gegevens hiervan kon dan ook geen variantie-analyse worden toegepast. Er is steeds naar gestreefd verschillen tengevolge van ongelijkmatigheden van de grond zoveel mogelijk uit te sluiten door voor elk object van bewaring aardappelen te gebruiken die afkomstig waren van een aantal willekeurig over het gehele proefveld verspreide vakken.

Voor de bewaring in een kuil zijn de aardappelen eerst op een hoop op de grond gestort en vervolgens bedekt met een laag stro ter dikte van 1-2 dm, waarop een aaneengesloten laag grond ter dikte van ca. 1 dm is aangebracht. Bij het nemen van monsters uit de kuil zijn eerst de zich direct onder het dek bevindende aardappelen verwijderd, waarna van de overige één of meer monsters genomen zijn.

Bij de proeven waarbij de poters werden gedesinfecteerd is steeds gewerkt met fungiciden in opgeloste toestand. De te behandelen knollen zijn eerst goed gewassen en vervolgens gedurende een bepaalde tijd ondergedompeld in het bestrijdingsmiddel bij een temperatuur van 10°C of iets hoger. De knollen zijn daarna minstens enige uren afgedekt en vervolgens gedroogd.

3 De uitbreiding van zilverschurft op de knollen in de grond en gedurende de bewaring

3.1 De uitbreiding in de grond

Zoals uit het literatuuroverzicht blijkt, treden reeds vóór het rooien symptomen van zilverschurft op. Er is nagegaan in welke mate uitbreiding van zilverschurft op de knollen in de grond plaats vindt.

3.1.1 Invloed van het tijdstip van rooien; graad van aantasting bij vroege en late rassen

In 1957 is de mate van aantasting bij vier groeistadia vastgesteld. De proef bestond uit vijf rassen die uitgeplant waren op twee proefvelden, een op zandgrond en een op zeer zware kleigrond. Aangezien het op de klei niet mogelijk bleek om de grond aan te aarden werd dit op beide velden nagelaten. Het pootgoed was voor beide velden van dezelfde herkomst.

Uit de resultaten van de proef op kleigrond (fig. 1) blijkt dat op het eerste tijdstip van rooien (13 juli) reeds enige aantasting voorkwam. De uitbreiding was bij Eersteling sterker dan bij Bintje en Eigenheimer, en hierbij weer sterker dan bij Libertas en Voran.

De resultaten van de proef op zandgrond kwamen hiermee geheel overeen. Het enige verschil was dat op zandgrond de aantasting op een lager niveau lag.

Uit de statistische verwerking van de gegevens blijkt dat zowel op klei- als op zandgrond het verschil in aantasting tussen Eersteling en Bintje en tussen Eersteling en Eigenheimer bij latere tijdstippen van rooien sterk significant was en dat de beide laatstgenoemde rassen weer significant meer vlekken vertoonden dan Libertas en Voran. Het feit dat het vroege ras Eersteling sterker is aangetast dan de midden-vroege rassen Bintje en Eigenheimer en deze weer sterker dan de late rassen Libertas en Voran maakt het waarschijnlijk dat er een correlatie bestaat tussen vroegrijpheid en vatbaarheid.

Bij alle rassen en op beide proefvelden is reeds zilverschurft waargenomen op een tijdstip dat het loof nog grotendeels groen was (fig. 1). Bij Eersteling op zandgrond en bij Bintje en Eigenheimer op kleigrond lag bij gewassen waarop nog veel loof voorkwam het percentage aangetaste knoloppervlakte zelfs reeds vrij hoog.

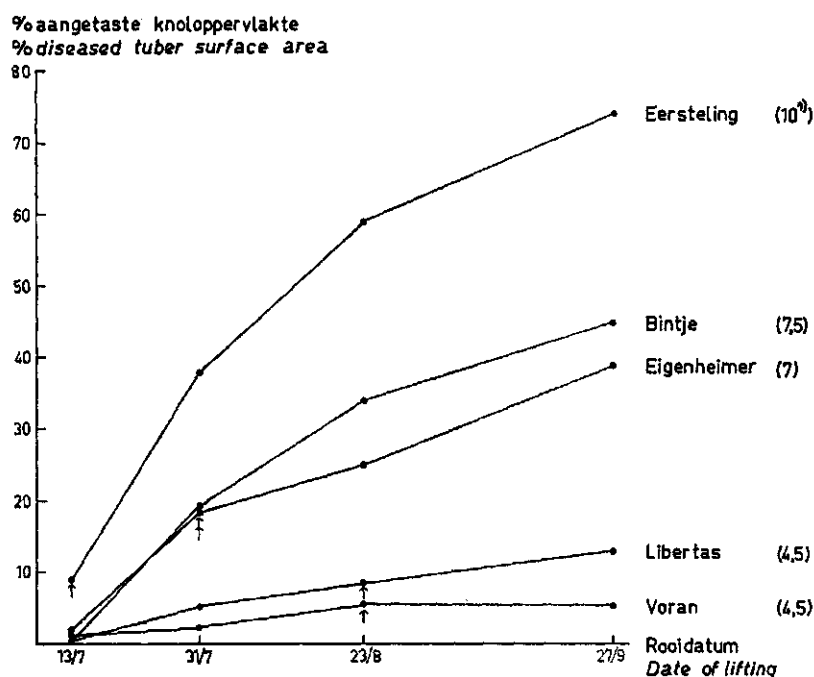
Zoals in 1959 en 1960 is gebleken is de graad van aantasting gecorreleerd met de mate waarin sporulatie op de poters gedurende de groei van het gewas plaats vindt (zie 4.2 en 4.3). Bij het onderzoek in 1957 was hiermee nog geen rekening

gehouden. In 1961 is daarom getracht de invloed van verschillen in sporulatie tussen de rassen te elimineren. Het pootgoed was licht besmet en geraakte tijdens de groei van het gewas bijna geheel bedekt met sporendragers van *H. solani*. De sporulatie op de knollen na het planten was dus bij alle rassen zeer sterk. Er is aangenomen dat bij een dergelijke sterke sporulatie kwantitatieve verschillen hierin van weinig betekenis zijn geweest voor de graad van aantasting.

De proef is uitgevoerd met drie vroege en vier late rassen op kleigrond. Er werd 8 of 9 maal gerooid, voor het overige was de uitvoering van de proef gelijk aan de vorige. In fig. 2 is de gemiddelde aantasting van vroege en late rassen bij elk tijdstip van rooien weergegeven. Het blijkt dat de toeneming van zilverschurft in de grond bij vroege rassen sterker is dan bij late, zoals ook in 1957 werd gevonden. Het verschil in aantasting tussen het minst zieke van de vroege en het meest zieke van de late rassen was zelfs nog zeer significant.

Fig. 1. Graad van aantasting bij het rooien. I.

Geen ruggen; zware kleigrond; plantdatum 23 april 1957 (in drievoud).



↑ = loof nog grotendeels groen/haulm for the most part still green.

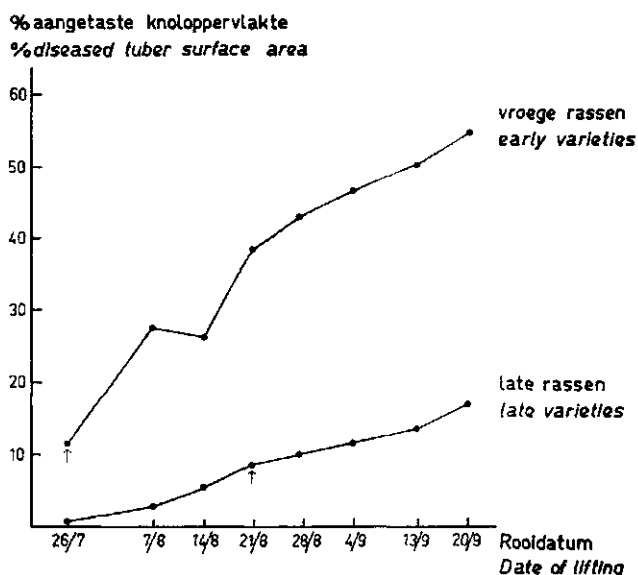
¹ Cijfers voor vroegrijpheid vlg. Anonymus (1966)/figures for early maturity according to Anon. (1966).

Fig. 1. Degree of affection at lifting. I.

Flat culture on heavy clay soil, planted on 23 April 1957 in triplicate.

Fig. 2. De graad van aantasting bij het rooien. II.

Geen ruggen; vroege rassen: Eersteling (10, zie fig. 1¹), Doré (9) en Asoka (8); late rassen: Furore (5), Gineke (5), Libertas (4,5) en Voran (4,5); in drievoud op zware kleigrond, geplant 26 april 1961.



↑ = loof nog grotendeels groen/haulm for the most part still green.

Fig. 2. Degree of affection at lifting. II.

Flat culture of the early varieties Eersteling (10, see fig. 1¹), Doré (9), and Asoka (8), and the late varieties Furore (5), Gineke (5), Libertas (4,5) and Voran (4,5), all on heavy clay soil and planted on 26 April 1961 in triplicate.

Binnen de beide groepen van rassen komen ook significante verschillen in aantasting voor, welke echter niet steeds gecorreleerd zijn met verschillen in rijpheid. Dit zou er op kunnen wijzen dat de vroegrijpheid van een ras niet de enige bepalende factor is voor de vatbaarheid.

Evenals in 1957 is geconstateerd dat de aantasting bij de vroege rassen reeds tamelijk sterk was op een tijdstip waarop het loof nog grotendeels groen was (fig. 2). Slechts bij uitzondering kwamen nog gezonde knollen voor.

3.1.2 Vochtigheidstoestand van de grond en andere factoren

Er zijn aanwijzingen dat de vochtigheidstoestand van de grond invloed heeft op de uitbreiding van zilverschurft vóór het rooien. Deze waarnemingen zijn verricht op proefvelden waar het gewas niet is aangeaard. Bij een proef in 1955 is pootgoed van dezelfde herkomst geplant op drie proefvelden waarvan één op vochthoudende

zware kleigrond en twee op weinig vochthoudende zandgrond. Gedurende de maanden juli en augustus viel betrekkelijk weinig regen. Eind september kwam op de zware kleigrond bij Eersteling en Bintje veel zilverschuif voor, terwijl op zandgrond de aantasting daarentegen gering was. De oorzaak van de sterkere aantasting op de zware kleigrond is waarschijnlijk het grotere vochthoudende vermogen van deze grond. Deze factor zal juist in de betrekkelijk droge zomer van 1955 een belangrijke rol gespeeld hebben. In 1957, toen gedurende de zomermaanden veel regen viel, kwam aan het einde van september bij Eersteling en Bintje op kleigrond echter nog meer zilverschuif voor dan eind september 1955 op van dezelfde grond afkomstige knollen. Het verschil in aantasting op zandgrond was nog groter. Zo bedroeg de aantasting bij Eersteling op zandgrond in 1955 4 % van de knoloppervlakte indien de knollen eind september gerooid waren. In 1957 was op een ander perceel op zandgrond op 12 september 56 % van de knoloppervlakte aangetast. De aanmerkelijk sterkere aantasting op klei- en vooral op zandgrond in 1957 ten opzichte van 1955 kan verklaard worden door de veel sterkere regenval in 1957 gedurende juli en augustus, waardoor de grond tijdens de zomer langdurig in een vochtige toestand verkeerde. Wanneer de aardappelen werden aangeaard, waren de verschillen kleiner, vermoedelijk als gevolg van het feit dat de grond in de ruggen minder vochtig is.

Daarentegen kwam in het abnormaal droge jaar 1959 op verschillende percelen kleigrond toch veel zilverschuif bij het rooien voor. Dit was o.a. het geval bij de in september geoogste knollen van Sirtema en Bintje (tabel 2). In 1959 waren volgens de Maandelijkse overzichten van de weersgesteldheid van het KNMI te de Bilt de grondtemperaturen in juli en augustus gemiddeld hoger dan 20°C. In de jaren 1956 tot en met 1958 en 1960 tot en met 1962 waren de temperaturen in de beide maanden steeds lager dan 20°C met uitzondering van juli 1958. Een hoge temperatuur bevordert de groei van *H. solani*. Volgens Burke (1938) is de groei van de schimmel optimaal bij 24°C. Het is dan ook mogelijk dat de hoge grondtemperatuur in 1959 de aantasting door *H. solani* in de klei heeft bevorderd. Deze grond is waarschijnlijk ook in 1959 nog voldoende vochthoudend geweest om de groei van de schimmel mogelijk te maken.

Zowel op proefvelden met een lage zuurgraad ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 3,9$) als op die met een belangrijk hogere ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,6$) is aantasting door zilverschuif waargenomen. Evenmin is een uitgesproken invloed van het humusgehalte geconstateerd, aangezien aantasting voorkwam bij humusgehalten zowel van 3,5 % als van 19,3 %. *H. solani* is echter geen typische in de grond levende schimmel en zoals in 4.1 wordt aangetoond, is de poter de voornaamste bron van besmetting. Het is dan ook de vraag of factoren als zuurgraad en humusgehalte bij een aantasting als zilverschuif een belangrijke rol zullen spelen.

3.1.3 Invloed van het looftrekken of doodspuiten

In Nederland wordt het loof van aardappelen die voor pootgoed bestemd zijn

doodgespoten of getrokken ten einde te voorkomen dat de knollen besmet worden met virus. Hierdoor wordt het afrijpen van de knollen bevorderd. Burke (1938) heeft geconstateerd dat knollen die nog groeien niet kunstmatig ziek gemaakt konden worden, maar afgerijpte daarentegen wel. In 1958 is de aantasting bepaald bij een gewas waarvan het loof met de hand getrokken was (object I) en een gewas dat op natuurlijke wijze afstierf (object II). Het onderzoek vond plaats op twee proefvelden, resp. op klei en op zandgrond gelegen. Het gewas is niet aangeaard. In tabel 1 is de graad van aantasting bij het rooien gegeven. Het resultaat van de proef geeft geen steun aan de veronderstelling dat door het looftrekken de vatbaarheid toeneemt.

De Nederlandse Algemene Keuringsdienst (NAK) te Wageningen kreeg in 1961 en 1962 uit de beoordeling van een groot aantal monsters aanwijzingen dat na looftrekken minder aantasting op de oogst voorkomt dan na doodspuiten. De monsters waren afkomstig van verschillende bedrijven en proefvelden. Naar aanleiding van dit resultaat is in 1962 in samenwerking met de NAK nagegaan welke invloed de wijze van loofvernietiging heeft op de uitbreiding van *H. solani* op de knollen in de grond. Op tien proefvelden, gelegen op verschillende grondsoorten, is het gewas in de tweede helft van juli of begin augustus loofgetrokken (object I) of doodgespoten (object II). De planten waren op alle proefvelden aangeaard. Van elk proefveld zijn van beide objecten op acht of negen data na het loofvernietigen aardappelen geroid. De gemiddelde aantasting van alle proefvelden van de omstreeks een week na het vernietigen van het loof geoogste aardappelen bedroeg bij de objecten I en II resp. 2,3 en 2,6 %. De gemiddelde aantasting van de op de laatste rooidatum geoogste knollen was resp. 8,9 en 8,0 %, en indien de gemiddelde aantasting van alle rooidata van alle proefvelden bepaald werd 5,1 en 4,9 %.

Tabel 1. Invloed van looftrekken op percentage aangetast knoloppervlak bij rooien.

Rooidatum	Klei		Zand	
	getrokken 30/7	niet getrokken ¹	getrokken 30/7	niet getrokken ¹
8/8/58	4,7	1,7	1,7	0,1
16/8/58	6,7	7,2	1,2	2,0
22/8/58	8,2	7,8	3,7	3,4
10/9/58	14	17	7,3	8,1
Gem./mean	8,4	8,4	3,5	3,4
Date of lifting	pulled 30/7	not pulled ¹	pulled 30/7	not pulled ¹
	Clay		Sand	

¹ Afgestorven \pm 25 aug./died down about 25 August.

Var. Bintje; proefveld in tweevoud/experiments in duplicate.

Table 1. Influence of pulling haulms on percentage diseased tuber surface at lifting.

De verschillen in aantasting blijken dus vrij gering te zijn. Uit dit onderzoek blijkt dan ook niet dat de wijze van loofvernietiging invloed heeft op de aantasting door zilverschurft. Bij het door de NAK ingestelde onderzoek is de wijze van bewaring van de monsters na het rooien onvoldoende bekend. Een verschil hierin tussen de monsters afkomstig van loofgetrokken en van doodgespoten gewassen zou de oorzaak van dit afwijkend resultaat geweest kunnen zijn.

3.1.4 Graad van aantasting in de praktijk

In de praktijk komt bij het rooien gewoonlijk niet veel zilverschurft voor. Dit blijkt uit tabel 2, waarin een overzicht is gegeven van proeven in de jaren 1955 tot en met 1960 en in 1962. Uit de tabel blijkt dat de aantasting gering was indien de aardappelen op een vroeg tijdstip, namelijk in de tweede helft van juli of begin augustus, gerooid werden. In sommige gevallen, zoals bij Asoka op kleigrond en

Tabel 2. Percentage aangetast knoloppervlak bij rooien. Cultuur op ruggen.

Ras	Vroeg- rijpheid ¹	Jaar	Gerooid 2e helft juli of begin augustus			Gerooid in september		
			zand		klei	zand		klei
Sirtema	9	1956	1,1	1,7 ²	.	10	11 ²	.
		1957	0,2	.	.	8,5	21	.
		1958	0	1,5	.	8,0	5	.
		1959	.	.	3,1	.	.	36
Asoka	8	1962	.	.	0	.	.	0,1
Bintje	7,5	1956	1,5	.	4,4	1,5	3,8	9,5
		1957	0,5	.	1,6	4,0	1,7	7,1
		1958	.	.	1,3	.	.	12
		1959	.	.	3	10 ²	.	32
Eigenheimer	7	1955	.	.	.	1,5	5	.
		1960	1,2
Record	6,5	1958	0	.	.	0,4	6	.
IJsselster	6,5	1959	.	.	.	4,2	.	.
Gineke	5	1956	.	.	.	0	.	.
Libertas	4,5	1956	.	.	.	0,2	.	.
Voran	4,5	1957	.	.	.	2,7	.	.
		1958	0	0	.	0,3	.	.
			sand		clay	sand		clay
Variety	Matu- rity ¹	Year	Lifted 2nd half July or early August			Lifted in September		

¹ Vgl. Anonymus (1966)/Defined in Anon. (1966).

² Graad van aantasting op twee proefvelden/Severity of infection on two exp. plots.

Table 2. Percentage diseased tuber surface at lifting. Ridge culture.

Record op zandgrond, zijn zelfs in het geheel geen symptomen van zilverschurft waargenomen. Slechts in één geval waren de knollen bij vroeg rooien vrij sterk aangetast, namelijk in 1959 bij Bintje, waarbij 10 % zilverschurft voorkwam. Bij de aardappelen die in september gerooid werden kwam meer aantasting voor dan bij vroeg gerooide. Dit was in het bijzonder het geval bij aardappelen die in 1959 op kleigrond gegroeid waren. Zoals in 3.1.2 is uiteengezet zijn de abnormaal hoge grondtemperaturen in dat jaar vermoedelijk de oorzaak geweest van deze sterke aantasting. In de overige jaren is alleen bij het vroege ras Sirtema op één proefveld, gelegen op vochthoudende zandgrond, een hoge graad van aantasting, namelijk 21 %, waargenomen bij in september gerooide knollen. Bij minder vroege rassen blijkt de aantasting in september in het algemeen nog niet sterk te zijn toegenomen.

Wanneer bij vroeg rooien geen zilverschurft op de knollen is waargenomen betekent dit niet dat deze knollen geheel vrij zijn van infectie. Indien dergelijke, uiterlijk niet aangetaste knollen gedurende veertien dagen in een vochtige omgeving bij 15°C geplaatst worden, blijkt dat dikwijls sporulatie van *H. solani* optreedt. Een gedeelte was dus wel geïnfecteerd maar de ziektesymptomen waren nog niet tot ontwikkeling gekomen.

3.1.5 Discussie

Schultz (1916) is van mening dat de aantasting op elk moment van de groei kan beginnen. Burke (1938) kreeg daarentegen een negatief resultaat indien hij groeiende knollen met mycelium of sporen van *H. solani* inoculeerde. Bij de meeste planten groeien enkele knollen dicht tegen de poter en staan dus langdurig in contact met de infectiebron. Indien de opvatting van Schultz de juiste was, zou verwacht mogen worden dat enkele knollen reeds begin juli in sterke mate aangetast zouden zijn. Aangezien bij geen enkele proef in een zo vroeg stadium aangetaste knollen gevonden werden, lijkt de conclusie van Burke dat de groeiende knol weerstand bezit, waarschijnlijker. Burke veronderstelt dat deze weerstand gedurende de gehele groeiperiode blijft bestaan. Zoals in 3.1.1 is vermeld, is bij enkele proeven waarbij de omstandigheden voor uitbreiding zeer gunstig waren, waargenomen, dat bijna alle knollen waren aangetast terwijl het loof nog grotendeels groen was. Bovendien is uit het onderzoek niet gebleken dat door looftrekken de vatbaarheid toeneemt (tabel 1). De weerstand moet dus in een later stadium verloren gegaan zijn. Burke nam waar dat de eerste symptomen pas zichtbaar werden nadat het loof was afgestorven. Dit late optreden van de aantasting in de grond zal echter wel toegeschreven moeten worden aan de droogte die heerste gedurende de zomer waarin Burke dit onderzoek verrichtte.

Zowel bij de proeven in 1957 als in 1961, behandeld in 3.1.1, is de aantasting bijzonder sterk geweest (fig. 1 en 2). In de praktijk treedt zelden een zo hoge graad van aantasting in de grond op (tabel 2). De oorzaak van deze hevige aantasting moet misschien toegeschreven worden aan het feit dat het gewas aardappelen op deze proefvelden niet zoals in de praktijk is aangeard. De knollen bevonden zich

daardoor in een vochtiger omgeving dan wanneer ze in ruggen zouden zijn geteeld. Bovendien viel in 1957 gedurende de maanden juli, augustus en september veel regen. In 1961 bevond het proefveld zich op zware en dus vochthoudende klei-grond. In dat jaar was de regenval in juni en juli ook vrij hevig.

In de praktijk is de aantasting in de tweede helft van juli of begin augustus meestal gering (tabel 2). Naarmate de knollen later gerooid worden neemt de aantasting toe, met name bij vroege rassen (fig. 1 en 2, tabel 2). Het is dan ook in verband met de bestrijding van zilverschorft van belang vroege rassen niet te laat te rooien. Dit geldt mogelijk nog sterker voor aardappelen op vochthoudende grond, aangezien er aanwijzingen zijn dat zilverschorft zich hierbij sneller uitbreidt dan in droge grond.

3.2 De uitbreiding gedurende de bewaring in kuilen

Volgens Burke (1938) breidt zilverschorft zich onder gunstige omstandigheden gedurende de bewaring in sterke mate uit. Zijn conclusie was dat bij een hoge relatieve luchtvochtigheid sporulatie optreedt en infecties tot stand komen. Daalt de relatieve luchtvochtigheid echter beneden 90 %, dan vindt geen sporulatie meer plaats, infecties treden niet meer op, en reeds bestaande vlekken breiden zich ook niet meer uit. Hetzelfde is het geval bij een temperatuur van 2,7°C of lager. Naarmate de relatieve luchtvochtigheid hoger is dan 90 % en de temperatuur stijgt boven 2,7°C breidt zilverschorft zich sterker uit.

In kuilen zijn de vochtigheid en de temperatuur meestal hoog. Op grond van het onderzoek van Burke mag verwacht worden dat de uitbreiding in kuilen sterk zal zijn. Aangezien een belangrijk gedeelte van de in Nederland geteelde aardappelen gekuuld wordt, is nagegaan in welke mate zilverschorft bij deze wijze van opslag toeneemt.

3.2.1 Invloed van het tijdstip van rooien

In 1956 is een proef uitgevoerd met Libertas en in 1957 twee, resp. met Sirtema en met Record. Deze proeven waren op verschillende percelen zandgrond gelegen; de aardappelen werden aangeaard. Iedere proef bevatte zes objecten, elk in tweevoud, die met tussenpozen van tien tot twaalf dagen gerooid werden. De oogst van iedere rooidatum is afzonderlijk in een kuil opgeslagen.

In september zijn uit alle kuilen monsters genomen voor de bepaling van de graad van aantasting, in november nogmaals en tenslotte bij de proef met Libertas ook nog in maart 1957. In fig. 3 is de graad van aantasting bij het rooien en bij de monsternamen op de bovengenoemde data weergegeven. Het blijkt dat bij het rooien geen zilverschorft is waargenomen bij Libertas en Record, uitgezonderd in zeer lichte graad bij Record op de laatste rooidatum. Bij Sirtema kwam wel enige zilverschorft voor, in het bijzonder op de laatste rooidatum. Uit fig. 3 blijkt voorts dat, naarmate de opslag in de kuil eerder plaats vond, de aantasting bij de monster-

name in september sterker was. Zo bedroeg op 19 september de aangetaste knoloppervlakte van de op 17 juli gekuilde aardappelen van Sirtema 77 % tegen slechts 9,4 % van juist gerooide. Tijdens de opslag van september tot november nam zilverschorft nog toe. Bij Libertas en Record was deze toeneming sterker naarmate het rooien eerder had plaats gevonden. Bij Sirtema was deze tendens niet merkbaar, aangezien de vroeg gerooide knollen in september reeds zeer sterk waren aangetast. Tengevolge van het in een sneller tempo toenemen van zilverschorft bij vroeg gerooide aardappelen, was de aantasting in november bij Libertas en Record aanzienlijk sterker dan van laat gerooide. Uit de proef met Libertas blijkt verder dat zilverschorft zich ook gedurende de winter nog heeft uitgebreid (fig. 3).

Er zijn nog 18 andere proeven verricht waarvan de uitvoering gelijk was aan bovengenoemde, met dit verschil dat slechts twee keer gerooid werd, namelijk in de tweede helft van juli en in september. De proeven zijn uitgevoerd in de jaren

Fig. 3. Uitbreiding van zilverschorft gedurende de bewaring in kuilen bij verschillende tijdstippen van rooien: Libertas (4,5; zie fig. 1¹), 1956, Sirtema (9), 1957 en Record (6,5), 1957, geplant tweede helft april op zandgrond, monsters uit de kuil in enkelvoud.

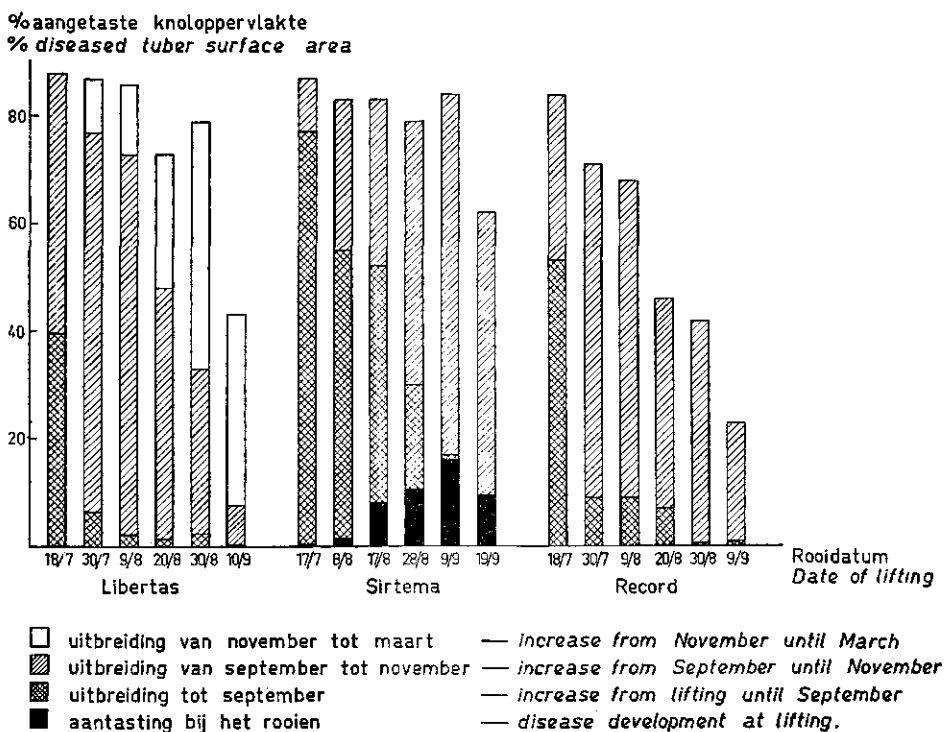


Fig. 3. Increase of silver scurf during storage in clamps at different dates of lifting on Libertas (4,5; see fig. 1¹), 1956, Sirtema (9), 1957, and Record (6,5), 1957, on sandy soil, planted in the second half of April and sampled from clamps singly.

1955 tot en met 1959 op zand-, dal- of kleigrond. Bij elke proef is één ras onderzocht. Het totale aantal onderzochte rassen bedroeg acht, waaronder zowel vroege als late. De resultaten van deze proeven zijn samen met die van Libertas, Record en Sirtema weergegeven in tabel 3. De uitslag bevestigt de invloed van de rooitijd op de uitbreiding in de kuil.

Tabel 3. Percentages aangetast knoloppervlak bij het rooien en na afloop van de inkuilperiode (november).

Ras	Aantal proeven	Aantal rassen	Geroid in juli			Geroid in september		
			bij rooien	na in-kuilen	toe-name	bij rooien	na in-kuilen	toe-name
Vroeg/ <i>early</i>	6	1	0,9	81	80	11	41	30
Midden-vroeg/ <i>middle-early</i>	10	4	1,2	71	70	7,9	27	19
Midden-laet en laet/ <i>middle-late and late</i>	5	3	0,4	65	65	2,3	4,8	2,5
Totaal/ <i>total</i>	21	8	0,9	72	71	7,3	25	18
Variety	Number of <i>exps</i>	Number of <i>vars</i>	at <i>lifting</i>	after <i>clamp- ing</i>	in- <i>crease</i>	at <i>lifting</i>	after <i>clamp- ing</i>	in- <i>crease</i>
			<i>Lifted in July</i>			<i>Lifted in September</i>		

Gemiddelden van een aantal proeven uit 1955 t/m 1959/*means of experiments in the years 1955 to 1959.*

Elke proef met één ras gedurende één jaar op één proefveld; 13 velden op zand- en 4 op kleigrond/*each experiment with 1 variety during 1 year on 1 field; 13 plots on sand, 4 on clay.*

Table 3. Percentages diseased tuber surface at harvest and at end of clamping period (November).

Bij 13 van de 21 bewaarproeven is de toeneming van zilverschorft tijdens twee maanden bewaring in kuilen vergeleken indien het rooien in de tweede helft van juli of in de tweede helft van september had plaats gevonden (fig. 4). Het blijkt dat de uitbreiding van de ziekte in de zomer sterker is dan in de herfst.

Bij alle bewaarproeven zijn de aardappelen in min of meer vochtige toestand opgeslagen. In de droge zomer en herfst van 1959 waren de knollen echter droog bij het inkuilen. Niettemin vond ook in dat jaar uitbreiding plaats. Deze was zelfs bijzonder sterk bij de in juli gerooide aardappelen.

Bij de in 3.1.1 behandelde proeven over de uitbreiding van zilverschorft bij aardappelen die niet zijn aangeaard, zijn ook bewaarproeven uitgevoerd. Ook bij deze proeven bleek de uitbreiding in de kuil sterk te zijn. Het verschil in aantasting tussen vroeg en laat gerooide aardappelen na bewaren tot november was echter

Fig. 4. Uitbreiding van zilverschurft in kuilen na twee maanden, resp. na rooien in juli en september; gemiddelden van 13 proeven in 1965 t/m 1958; elke proef is uitgevoerd met één ras, in één jaar en op één proefveld; 1 vroeg, 3 middenvroeg en 2 late rassen; totaal 10 proefterreinen.

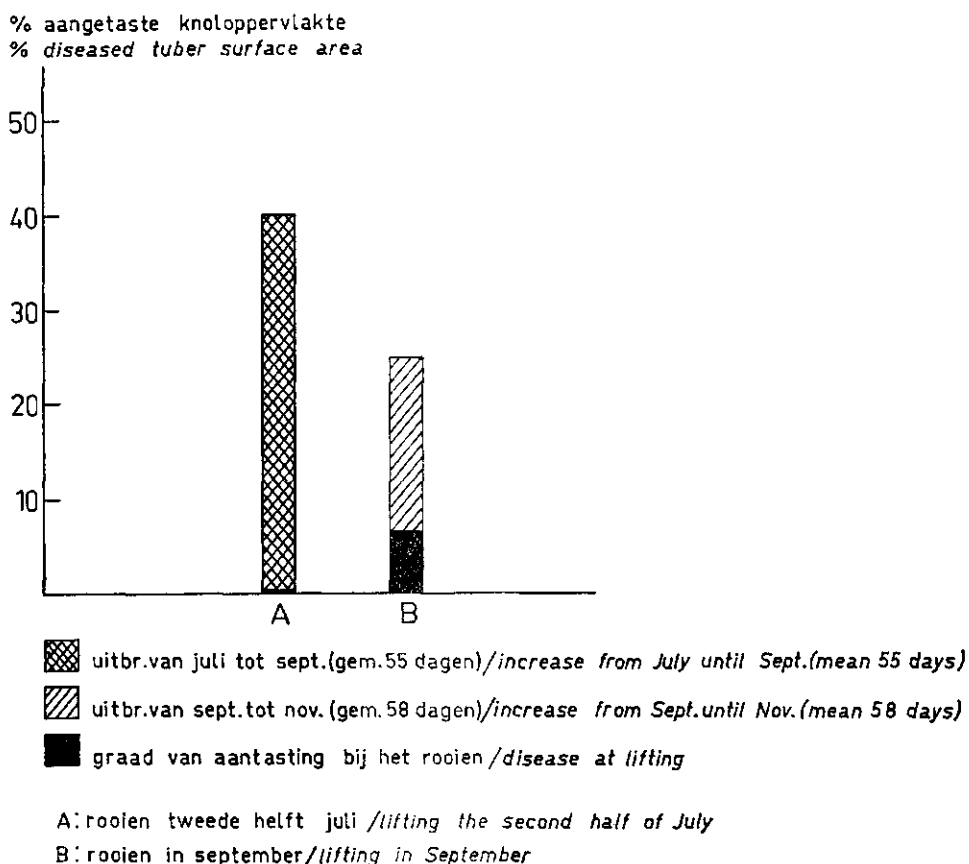


Fig. 4. Increase of silver scurf in pits after two months, resp. after lifting in July or September; mean of 13 experiments during 1955 until 1958 incl.; each experiment is carried out with one variety, in one year on one experimental field; 1 early, 3 mid-early and 2 late varieties; 10 experimental plots totally.

minder groot dan bij de proeven waarbij wel was aangeaard, doordat in de grond reeds een sterke uitbreiding van de ziekte had plaats gevonden.

3.2.2 De uitbreiding bij vroeg en late rassen

De acht rassen waarmee de onder 3.2.1 beschreven bewaarproeven zijn verricht, zijn als volgt gegroepeerd: het vroeg ras Sirtema; de middenvroeg rassen Bintje,

Eigenheimer, Record en IJsselster en de late rassen Gineke, Libertas en Voran. Uit tabel 3 blijkt dat bij het vroege ras Sirtema na het rooien in juli de gemiddelde uitbreiding 80 %, bij de vier middenvroeg rassen 70 % en bij de drie late rassen 65 % van de knoloppervlakte bedroeg. De uitbreiding was bij alle rassen sterk en er waren dan ook geen belangrijke verschillen ofschoon er een tendens bestond dat de toeneming van de ziekte geringer was naarmate het ras later rijpte. Na het rooien in september bedroeg de gemiddelde uitbreiding bij het vroege, de middenvroeg en late rassen resp. 30 %, 19 % en 2,5 %. Na het laat rooien kwamen dus wel belangrijke verschillen voor waarbij de toeneming van zilverschurft geringer was naarmate het ras later rijp werd.

3.2.3 Discussie

Uit het onderzoek blijkt dat in overeenstemming met hetgeen vlg. Burke (1938) verwacht mocht worden, zilverschurft zich in de kuil in sterke mate uitbreidt. De aantasting wordt bevorderd door de hoge luchtvochtigheid in dit milieu. Deze wordt veroorzaakt doordat de knollen tezamen met de tussen de knollen aanwezige grond in min of meer vochtige toestand opgeslagen worden. De hoge luchtvochtigheid blijft door de geringe ventilatie in de kuil zowel als door de verdamping en ademhaling van de knollen lang gehandhaafd. Bovendien is een geringe daling van de temperatuur voldoende om waterdamp op de knollen te doen condenseren. Het opdrogen van de aardappelen vindt dan ook slechts langzaam plaats. Zo werd bijv. bij enkele bewaarproeven geconstateerd dat het drogen na 45 dagen nog maar weinig gevorderd was (zie onder 3.3.1).

Ook in het geval dat de aardappelen in droge toestand in de kuil opgeslagen worden kan de luchtvochtigheid door de verdamping en ademhaling alleen reeds zodanig toenemen dat een sterke aantasting tot stand komt. Dit blijkt uit de sterke uitbreiding van zilverschurft gedurende de bewaring in de kuil in 1959.

Ook de temperatuur in de kuilen is hoog genoeg om de uitbreiding van zilverschurft te bevorderen. Bij drie proeven, uitgevoerd in 1955, 1956 en 1957 is de temperatuur bepaald. Deze bedroeg in augustus gemiddeld resp. 20,6°C, 17,4°C en 17,2°C en in oktober: 12,7°C, 12,9°C en 11,4°C en was dus steeds aanzienlijk hoger dan 2,7°C, het minimum voor uitbreiding van de ziekte. De belangrijk sterkere toeneming van zilverschurft in de zomer vergeleken met die in de herfst (fig. 4) kan, althans ten dele, verklaard worden door het verschil in kuiltemperatuur.

Bij twee van de drie hiervoor genoemde proeven is de temperatuur in de kuil gedurende december en januari bepaald. Deze bedroeg gemiddeld 5-6°C, waaruit volgt dat ook gedurende de winter nog uitbreiding van zilverschurft mogelijk moet zijn. Deze uitbreiding is bij de onder 3.2.1 behandelde proef met Libertas dan ook geconstateerd (fig. 3).

Het feit dat de uitbreiding in de kuil sneller plaats vindt dan in de grond is niet gemakkelijk te verklaren. Een factor die vermoedelijk van belang is, is het onder-

ling contact tussen de knollen. Dit contact is tijdens de bewaring groter waardoor de kans op infectie toeneemt. Het is voorts mogelijk dat de uitbreiding bevorderd wordt doordat na het rooien de in de grond aanwezige besmetting meer verspreid wordt over de knollen.

De waarneming dat verschillen in uitbreiding van zilverschurft tussen de rassen in de kuil in de zomer minder naar voren treden dan in de herfst (tabel 3) kan verklaard worden door de grotere snelheid waarmee de ziekte in de zomer toeneemt (fig. 4), waardoor de genoemde verschillen minder tot uiting kunnen komen.

3.3 De uitbreiding gedurende de opslag in bewaarplaatsen met buitenluchtkoeling

In Nederland wordt een groot gedeelte van de aardappelen opgeslagen in bewaarplaatsen die gekoeld worden met koude buitenlucht. Een ventilator blaast daartoe de lucht van onderen af door de hoop omhoog. De ventilator dient tevens om de aardappelen direct nadat ze in de bewaarplaats opgeslagen zijn, te drogen teneinde de uitbreiding van rot te voorkomen. Het lag voor de hand na te gaan in hoeverre door het drogen ook de uitbreiding van zilverschurft tegengegaan wordt.

3.3.1 Enige praktijkproeven

Gedurende 1955-1958 zijn in samenwerking met de Landbouwwoorlichtingsdiensten van O. en W. Drenthe een aantal proeven verricht waarbij de uitbreiding van de ziekte in een bewaarplaats met buitenkoeling (object I) is vergeleken met die in een kuil (object II). De proeven zijn aangelegd bij telers die beschikten over een bewaarplaats. De hoeveelheid aardappelen per compartiment van de bewaarplaats bedroeg tien tot vijftien ton. Ter vergelijking is telkens één ton uit dezelfde partij in een kuil bewaard. Bij de meeste proeven kwam tamelijk veel vochtige grond in de partij voor. De kuil is afgedekt met stro (1-2 dm) en daarop grond (1 dm). Gedurende de winter is het dek verzwaard. In de bewaarplaats is direct nadat de aardappelen zijn binnengebracht acht tot tien dagen achtereenvolgens geventileerd teneinde het drogen te bevorderen. Daarna is alleen gekoeld. Na afloop zijn op verschillende hoogte in de bewaarplaats en op verschillende plaatsen in de kuil monsters genomen, uit de bewaarplaats gewoonlijk tien en uit de kuil vijf. Uit tabel 4 blijkt dat zilverschurft zich bij beide objecten heeft uitgebreid, maar het minst bij object I. Zo is bijv. bij proef 1 het gemiddelde percentage aangetaste knoloppervlakte bij het begin 0,5 %, maar aan het einde in de bewaarplaats 26 % en in de kuil 68 %. Bij proef 2 heeft bij object I zelfs zo goed als geen toeneming van zilverschurft plaats gevonden. Bij deze proef was de grond zeer droog bij het rooien.

Bij de proeven 1, 3 en 4 van tabel 4 zijn gedurende de bewaring op verschillende tijdstippen monsters op omstreeks 30 cm diepte onder het dek uit de kuil genomen en beoordeeld op mate van opdrogen. De knollen van deze monsters waren 45

dagen na de aanleg van de kuil nog vrij vochtig en bij het einde van de proeven in januari of maart nog niet geheel droog. Ook uit de bewaarplaats zijn monsters genomen en beoordeeld op vochtigheidsgraad. Hiertoe is bij het storten een koker van 80 cm lengte zodanig in de hoop geplaatst dat de bovenrand op hetzelfde niveau lag als de bovenste aardappelen in de hoop. De wand van deze koker bestond uit latten met tussenruimten zodat een goede luchtcirculatie door deze wand mogelijk was. Onderin zijn monsters aardappelen geplaatst van dezelfde partij als waarmee de proef is aangelegd. De koker is daarna opgevuld met aardappelen. Van tijd tot tijd is een monster uit de koker genomen. Bij proef 4 bleek dat na dertien dagen de knollen van het monster nog vrij vochtig waren. Na 29 dagen waren de aardappelen echter grotendeels droog en na 75 dagen viel de aanhangende grond als stof van de knollen af. Bij de proeven 1 en 3 droogden de knollen in de koker even snel op.

Tabel 4. Graad van aantasting na bewaring in een met buitenlucht gekoelde bewaarplaats of in een kuil.

Ras	Duur van bewaring	Toestand grond bij rooien	% aangetast knoloppervlak bij		
			begin van bewaring	einde van bewaring	
				bewaarplaats ¹	kuil ²
Voran	1/8/55- 8/3/56	vrij vochtig/ <i>rather moist</i>	0,5	26	68
Noordeling	20/9/55-29/3/56	droog/ <i>dry</i>	0,2	1	47
Voran	22/7/57- 4/3/58	vrij vochtig/ <i>rather moist</i>	1	39	70
Gineke	25/7/57- 9/1/58	vochtig/ <i>moist</i>	0,5	25	46
Prefect	29/7/57-10/3/58	vrij vochtig/ <i>rather moist</i>	0,2	14	69
			<i>beginning</i>	<i>warehouse ¹</i>	<i>clamp ²</i>
			<i>of storage</i>	<i>end of storage</i>	
<i>Variety</i>	<i>Duration of storage</i>	<i>Soil condition at lifting</i>	<i>% diseased tuber surface at</i>		

¹ 10-15 ton. Gemiddelde van 10 monsters uit één bewaarplaats/mean of 10 samples from one warehouse.

² 1 ton. Gemiddelde van 5 monsters uit één kuil/mean of 5 samples from one clamp.

Na rooien gedroogd door 8 tot 10 dagen continu te ventileren/dried by continuous ventilation for 8-10 days after lifting.

Teelt op zandgrond/cultivation on sandy soil.

Table 4. Degree of disease after storage in a warehouse cooled with outside air, or in a clamp.

Het blijkt dus dat het drogen in de bewaarplaats effectiever gebeurt dan in de kuil. Hieraan moet dan ook de geringere uitbreiding van zilverschuift worden toegeschreven. De lagere temperatuur in de bewaarplaats in vergelijking met die in de kuil heeft echter eveneens tot gevolg gehad dat de ziekte zich minder sterk uitbreidde. Het verschil bedroeg gedurende de eerste drie maanden van de opslag 3-5°C en was dus vrij groot. Het is echter de vraag of de invloed van de verlaging van de temperatuur even groot is geweest als die van het drogen. Bij proef 4 (tabel 5), zowel als bij de proeven 1, 3 en 5 kwam minder zilverschuift voor op de

Tabel 5. Mate van aantasting op verschillende hoogte in de bewaarplaats, gekoeld met koude buitenlucht.

Hoogte vanaf vloer in cm/ height from floor in cm	0	0	50	90	130	165	190	225	245	265	gem./mean
% aangetast knoloppervlak/ % diseased tuber surface	12	0.5	5.7	16	29	26	21	47	42	38	25

Ras Gineke, storthoogte 280 cm, monstername 9/1/58/variety Gineke, height of heaped potatoes 280 cm, sampling date 9/1/58.

Table 5. Degree of disease at different height in a warehouse cooled with outside air.

monsters onderin dan hoger in de hoop. Het vrij grote verschil in aantasting kan moeilijk verklaard worden door het betrekkelijk geringe verschil in temperatuur in verband met de hoogte in de bewaarplaats, maar is wel verklaarbaar door een verschil in de invloed van het drogen aangezien de lucht van onderen door de hoop geblazen wordt.

3.3.2 Invloed van de duur van het drogen

Bij het onderzoek inzake de aantasting in bewaarplaatsen bleek dat ondanks het drogen door kunstmatige ventilatie de ziekte zich toch sterk kan uitbreiden. Naar aanleiding hiervan is in de jaren 1957-1959 nagegaan binnen welke tijd de aardappelen na het begin van de opslag droog moeten zijn opdat de uitbreiding gedurende de bewaring beperkt blijft tot hoogstens 10 % van de knoloppervlakte. Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met het Instituut voor Bewaring van Landbouwprodukten. De aardappelen werden in hoeveelheden van 80 kg opgeslagen in vaten voorzien van een bodem met een opening waardoor lucht kon worden geblazen in een hoeveelheid die overeenkwam met de in de praktijk gebruikelijke (100 m³ lucht per m³ aardappelen per uur). Elke proef is uitgevoerd met in de tweede helft van juli of het begin van augustus gerooide aardappelen van het ras Eigenheimer. Bij elke proef bevond zich vrij veel vochtige grond tussen de geoogste knollen. Er waren vijf objecten: bij één vat (object I) begon de ventilatie direct na het vullen, bij een tweede, derde en vierde resp. 3 of 4, 7 en 14 dagen later (object II, III en IV). Het ventileren duurde tot zowel de knollen als de grond er tussen

geheel droog waren. De knollen van het vijfde vat zijn niet kunstmatig gedroogd (object V). Na het drogen is alleen nog lucht doorgeblazen om te koelen. In november, drie à vier maanden na de aanvang van de proeven zijn uit elk vat monsters genomen en op aantasting beoordeeld (tabel 6). Bij de in 1957 uitgevoerde proef waren de aardappelen van object I 4 dagen en die van de objecten II, III en IV 6, 9 en 16 dagen na het rooien en vullen van de vaten droog. De aantasting was bij het rooien nog slechts gering en bedroeg 0,5 percent van de knoloppervlakte. Bij de objecten I en II was de aantasting in november toegenomen met resp. 8 en 7 %, maar bij de objecten III en IV met resp. 23 en 30 %. De uitbreiding van de schimmel was dus, mits de knollen 4-6 dagen na het rooien opgedroogd waren, niet meer dan 7 à 8 %. Indien het drogen echter 9 dagen of langer duurde was de uitbreiding van zilverschurft sterk. Bij de tweede proef, in 1958, was de toeneming in november nog niet belangrijk bij de knollen die 10 dagen na de aanvang van de

Tabel 6. Invloed van de duur van opdrogen na het rooien op de toeneming van zilverschurft gedurende bewaring in vaten.

Object	Ventilatie	Duur van het opdrogen in dagen			Uitbreiding % aangetast knoloppervlak ¹		
		1957	1958	1959	1957	1958	1959
I	direct/ immediately	4	3,5	4,5	8	0,3	2
II	na 3-4 dagen/ after 3-4 days	6	7	7	7	1	10
III	na 7 dagen/ after 7 days	9	10	9,5	23	4	10
IV	na 14 dagen/ after 14 days	16	16	16	30	18	18
V	geen/no	—	—	—	63	49	74
		1957	1958	1959	1957	1958	1959
<i>Treatment</i>	<i>Ventilation</i>	<i>Duration of drying process in days</i>			<i>Increase in % diseased tuber surface ¹</i>		

Ras Eigenheimer; per vat 80 kg aardappelen; ventilatie 100 m³ lucht per m³ aardappelen/uur; knollen gerooid met vrij veel en vrij vochtige grond; bewaring van eind juli of begin augustus tot midden november.

Variety Eigenheimer; 80 kg of potatoes per container; ventilation 100 m³ air per m³ of potatoes/h; tubers lifted with rather much and moist soil; storage from end of July or beginning of August until mid November.

¹ Monsters in enkelvoud; aantasting bij het rooien in 1957, 1958 en 1959 resp. 0,5 %, 0 % en 1,5 % /Samples single; disease development at lifting in 1957, 1958 and 1959, 0,5 %, 0 % and 1.5 % respectively.

Table 6. Increase in silver scurf during storage in containers in relation to length of drying period.

Fig. 5. Toeneming van zilverschurft gedurende bewaring van 30 november 1957 tot 13 mei 1958 op sinds augustus 1957 in vaten opgeslagen aardappelen (zie tabel 6, proef 1957).

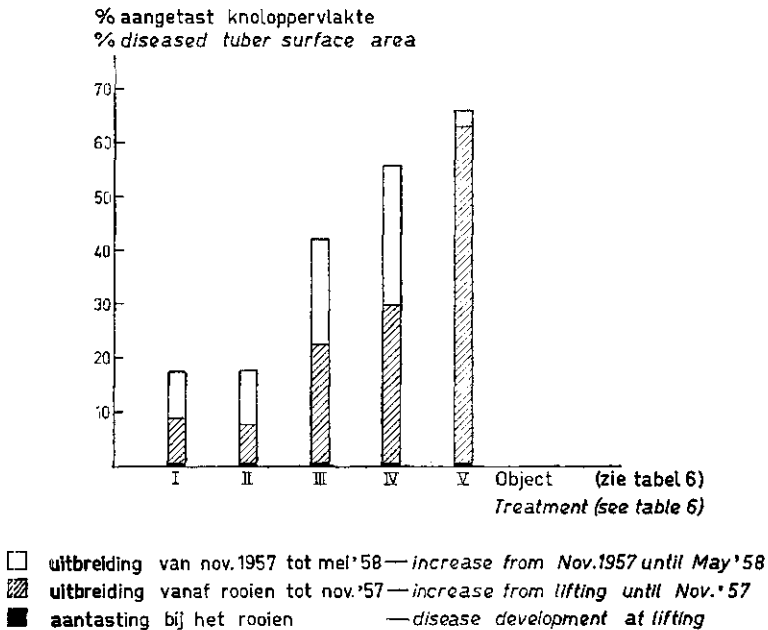


Fig. 5. Increase in silver scurf during storage from 30 November 1957 until 13 May 1958 on tubers stored in containers since August 1957 (see table 6, experiment 1957).

proef opgedroogd waren. Bij object IV waarvan de knollen pas na zestien dagen droog waren blijkt de uitbreiding echter reeds vrij aanzienlijk te zijn, namelijk 18 %. Het tijdstip waarop de knollen na het begin van de opslag gedroogd moeten zijn teneinde een uitbreiding van meer dan 10 % aangetaste knoloppervlakte gedurende de bewaring tot november te voorkomen blijkt bij de twee proeven niet gelijk te zijn. Dit tijdstip lag in 1957 tussen 6 en 9 dagen en in 1958 tussen 10 en 16 dagen na het begin van de proef, evenals in 1959.

De bewaarproef in vaten in 1957 is na de monsterneming in november nog voortgezet tot mei 1958. Het koelen met buitenlucht vond gedurende deze bewaarperiode eveneens plaats. Het bleek dat aan het einde van de bewaring de aantasting bij de objecten I tot en met IV verdubbeld was (fig. 5). Hieruit volgt dat er, ook wanneer de knollen droog zijn en er van tijd tot tijd geventileerd wordt om te koelen, toch de mogelijkheid bestaat dat zilverschurft zich uitbreidt.

3.3.3 Discussie

Door het drogen van de aardappelen in bewaarplaatsen wordt de uitbreiding van zilverschurft tegengegaan. Niettemin blijkt dat toch nog veel aantasting kan

optreden (tabel 4). Onderin de bewaarplaats is de aantasting minder sterk dan hoger (tabel 5) hetgeen er op wijst dat het drogen onderin meer effect heeft (zie 3.3.1). Uit het resultaat van de proeven in vaten volgt dat het betere resultaat van het drogen onderin een gevolg is van het sneller opdrogen. De uitbreiding is hier beperkt gebleven (tabel 5) en het is gebleken dat het drogen omstreeks zes tot tien dagen na de opslag voltooid moet zijn (tabel 6). Deze termijn is bij de aardappelen hoger in de bewaarplaats echter aanzienlijk overschreden aangezien ze 29 dagen na het begin van de proef niet geheel droog waren.

Wanneer de aardappelen gedroogd zijn bestaat nog steeds de mogelijkheid dat zilverschurft zich uitbreidt. Zolang niet wordt geventileerd neemt de luchtvochtigheid in de aardappelhoop tengevolge van de ademhaling en het vochtverlies van de knollen toe. Door ventileren daalt de vochtigheidsgraad weer. Aangezien het niet wenselijk is vaak te ventileren omdat hierdoor gewichtsverlies kan ontstaan zal de vochtigheidsgraad gedurende de bewaring dikwijls onvoldoende dalen om de uitbreiding van zilverschurft na het drogen te voorkomen. Dit blijkt het geval te zijn bij de proef in vaten in 1957 (fig. 5). Ofschoon hierover geen waarnemingen zijn gedaan mag aangenomen worden dat ook in bewaarplaatsen nog toeneming van zilverschurft plaats vindt op reeds gedroogde aardappelen, ook al vindt tijdens de opslag regelmatig ventilatie plaats. Indien gedurende de opslag maar weinig wordt geventileerd moet zelfs verwacht worden dat de uitbreiding van de ziekte na het drogen nog zeer aanzienlijk zal zijn.

Uit de resultaten van de proef in vaten in 1957 blijkt voorts hoe belangrijk het is dat de knollen na het opslaan snel drogen. Dit voorkomt niet alleen een belangrijke uitbreiding in het begin van de bewaring maar ook nadat de knollen gedroogd zijn. Hoe minder immers de aantasting bij de objecten I tot en met IV in november 1957 was hoe minder ook de toeneming gedurende de tweede bewaarperiode tot mei 1958 bleek te zijn (fig. 5).

4 De oorsprong van de besmetting

Uit het literatuuronderzoek was gebleken dat de poters zowel als de grond de besmetting kunnen overbrengen. De vraag welke van deze twee bronnen van besmetting de belangrijkste was bleef echter onopgelost.

4.1 Proeven met poters die vrij zijn van infectie

In 1956 was bij veldproeven geconstateerd dat de behandeling van poters met een fungicide een vermindering van de aantasting van de oogst tengevolge had. Verder bleek dat desinfectie van de poters door de behandeling niet volkomen was. Naar aanleiding van dit resultaat is in 1957 onderzocht in hoeverre in het veld nog zilverschurft op de aardappelen zou ontstaan indien de poters geheel vrij zouden zijn van infectie.

Een moeilijkheid was dat infectievrije poters in de praktijk niet of slechts zelden voorkomen. Hiervoor is reeds opgemerkt dat knollen zonder uitwendig zichtbare zilverschurft dikwijls toch geïnfecteerd zijn. Aanvankelijk is daarom getracht poters die vrij waren van infectie te kweken door uit te gaan van delen van de aardappelplant waarop *H. solani* nog nooit is geconstateerd, namelijk de stengels. Stekken van stengeltoppen zijn in gestoomde turfmoen geplant na een behandeling met Rhizopon A. Vele wortelden, groeiden uit en vormden knolletjes. Het bleek echter dat deze niet steeds volkomen vrij van infectie waren. Bovendien leverde deze kweekwijze onvoldoende materiaal op voor het nemen van veldproeven. Er is daarom gebruik gemaakt van poters die op het veld gegroeid waren maar waarbij is getracht door het nemen van vijf maatregelen de aantasting door zilverschurft te voorkomen:

1. Het uitgangsmateriaal, ras Bintje, is in de herfst 1956 ontsmet door onderdompeling in een 0,5 % oplossing van een organische kwikverbinding gedurende één minuut.
2. Het uitgangsmateriaal is geplant in grond die behandeld was met PCNB, een middel dat de aantasting door *H. solani* in de grond tegengaat (zie onder 6.4).
3. De opbrengst is vroeg gerooid.
4. De oogst is terstond na het rooien in poterbakjes geplaatst zodat de knollen snel droogden. De opslag tot aan het planten vond ook in poterbakjes plaats.
5. De oogst is gedurende de opslag tweemaal ontsmet, namelijk in de herfst en in het voorjaar. De ontsmetting vond op dezelfde wijze plaats als boven is aangegeven.

De poters zijn vervolgens in 1957 uitgeplant op zes percelen waarop regelmatig

om de drie tot vijf jaren aardappelen waren geteeld. De grondsoort van deze akkers was zeer verschillend. Als controle zijn op dezelfde percelen besmette poters geplant. De planten van de infectievrije (object I) zowel als van de besmette poters (object II) zijn eind juli of begin augustus gerooid. Teneinde voor de ontwikkeling van de ziekte zo gunstig mogelijke voorwaarden te scheppen zijn de knollen ingekuuld. Uit deze kuilen zijn in september en uit de meeste nogmaals in november monsters genomen ter beoordeling op aantasting.

Uit tabel 7 blijkt dat de oogst van de poters van object I na in een kuil bewaard te zijn tot medio september slechts in zeer geringe mate is aangetast. De meeste aantasting komt voor op de oogst van proefveld 5 maar ook die bedraagt slechts 0,4 %. Op de oogst van de poters van object II komt daarentegen op alle proefvelden in september veel zilverschurft voor. Het laagste percentage aantasting wordt aangetroffen op de knollen van proefveld 4 maar bedraagt nog 11 %.

Bovendien volgt uit de tabel dat *H. solani* zich na het planten niet of nauwelijks

Tabel 7. Graad van aantasting van de oogst verkregen van poters vrij van infectie.

Proef- veld	Grondsoort	Duur vrucht- wisseling in jaren	% aangetast knoloppervlak van poters bij het planten	% met conidiën- dragers bezet oppervlak van poters bij het rooien ²	% aangetast knoloppervlak van oogst na kuilbewaring ¹	
					tot midden september	tot midden november
1	klei/clay	5	I: 0	0,1	0,0	.
			II: 2	85	51	.
2	zand/sand	3	I: 0	0,0	0,2	2,0
			II: 2	58	23	.
3	zand/sand	3	I: 0	0,0	0,1	1,9
			II: 2	88	20	85
4	dalgrond/ peaty sand	4	I: 0	2,8	0,2	2,7
			II: 2	70	11	.
5	dalgrond/ peaty sand	3	I: 0	0,0	0,4	2,7
			II: 2	88	37	.
6	zware klei/ heavy clay	3	I: 0	0,0	0,1	.
			II: 2	.	46	.
Exp. field	Soil type	Duration of crop rotation in years	% diseased surface of tubers at planting	% tuber surface covered with conidiophores at lifting ²	until mid September % diseased surface of crop after clamp storage ¹	until mid November

¹ Monsters in enkelvoud/samples single.

² Poters weer opgegraven bij het rooien/old seed potatoes also lifted at harvest.

Ras Bintje, gerooid tweede helft juli of begin augustus; proefvelden in enkelvoud; 1957/variety Bintje, harvested second half of July or early in August; experimental fields single; 1957.

Table 7. Degree of disease in crops grown from seed potatoes free from disease.

op de poters van object I heeft uitgebreid met uitzondering van proefveld 4 waar bij het rooien 2,8 % van de oppervlakte van de poters bezet was met conidiëndragers. Op de poters van object II vond daarentegen een sterke uitbreiding van de schimmel plaats zodat al naar gelang het proefveld 55 % tot 88 % van de knoloppervlakte bij het rooien met conidiëndragers bezet was. Aangezien de oogst van object I slechts in zeer geringe mate aangetast was maar de oogst van object II sterk, mag men concluderen dat bij deze proef de besmetting in hoofdzaak is overgebracht door de poters. Bovendien volgt uit deze proef dat de op de poters aanwezige *H. solani* zich na het planten in sterke mate daarop kan uitbreiden.

Uit tabel 7 blijkt verder nog dat in de tweede bewaarperiode de geringe aantasting van de oogst van object I is toegenomen ofschoon nog steeds in betrekkelijk geringe mate.

In 1958 is eenzelfde proef verricht als in 1957. De poters van het object I in 1958 zijn op vergelijkbare wijze als die in 1957 gewonnen. Er waren drie in plaats van zes proefvelden, alle gelegen op percelen waarop om de drie tot vijf jaren aardappelen verbouwd waren. De resultaten van de proef stemden geheel overeen met die van 1957.

4.2 Invloed van de graad van aantasting van de poter op die van de opbrengst

In 1959 is een proef uitgevoerd met Bintje waarbij is nagegaan in welke mate de opbrengst werd aangetast indien op de poters in lichte (object I) of in sterke mate (object II) zilverschurft voorkwam. De poters die bestemd waren voor de beide objecten waren begin augustus 1958 gerooïd. Teneinde te bereiken dat de knollen bestemd voor object I slechts licht aangetast waren, zijn ze terstond na het rooien in poterbakjes geplaatst en hierin steeds bewaard. De knollen van object II zijn daarentegen voordat ze in poterbakjes zijn opgeslagen eerst drie maanden in een kuil bewaard, waardoor zilverschurft zich sterk uitbreidde. De aangetaste knoloppervlakte na de bewaring in de bakjes bedroeg bij de objecten I en II resp. 0,6 % en 88 %. Het volgend jaar zijn de knollen van beide objecten uitgeplant op kleigrond. De helft van de opbrengst van elk object is in juli en de rest in september gerooïd. Teneinde de aantasting door zilverschurft te bevorderen is de oogst in een kuil opgeslagen. Uit tabel 8 blijkt dat de verschillen in aantasting tussen de objecten, met uitzondering van die bij vroeg rooien, niet groot zijn. Niettemin valt het op dat op de oogst van object I zowel bij het rooien als na de opslag meer zilverschurft voorkomt dan op die van object II.

De proef is in 1960 herhaald met IJsselster. Bovendien zijn toen knollen rijp gerooïd en daarna in poterbakjes bewaard (object III). De aantasting was bij object I gering, bij object II zeer sterk en bij object III matig. De poters zijn het volgend jaar op zandgrond geplant. De opbrengst is in de tweede helft van juli gerooïd en vervolgens in kuilen opgeslagen tot midden september waarna de graad van aantasting is bepaald. Uit tabel 8 blijkt dat evenals in 1959 de aantasting van de oogst van de poters waarop weinig zilverschurft voorkwam (object I) sterker

was dan die van de oogst van de poters met veel zilverschurft (object II). Het verschil was echter groter dan in 1959. Op de oogst van object III kwam ongeveer evenveel zilverschurft voor als bij object I.

Bij alle proeven zijn enige tijd voor het rooien een aantal poters weer opgegraven om vast te stellen hoe groot het percentage van de knoloppervlakte was waarop conidiëndragers van *H. solani* voorkwam. Bij object I van de proef met Bintje bedroeg dit percentage 79, bij de objecten I en III van de proef met IJsselster resp. 59 % en 75 % (tabel 8). Hieruit volgt dat zilverschurft zich na het planten in sterke mate heeft uitgebreid op de licht tot matig aangetaste poters. Op deze uitbreiding kwamen veel conidiëndragers voor. Op de sterk aangetaste poters van Bintje en IJsselster van object II kon zilverschurft daarentegen maar in geringe mate of zelfs in het geheel niet meer toenemen. Op deze poters waren reeds vóór het planten veel conidiëndragers aanwezig. Een gedeelte hiervan was bij het rooien nog over maar het was niet mogelijk een duidelijk onderscheid te maken tussen deze dragers en degene die ná het planten waren gevormd. Het aantal van de laatstgenoemde is echter vermoedelijk niet groot geweest aangezien op vlekken waarop reeds sporulatie heeft plaatsgevonden een tweede maal minder en dikwijls zelfs nog

Tabel 8. Graad van aantasting van oogst afkomstig van licht of zwaar aangetaste poters.

Ras	Object	% aangetast knoloppervlak bij				% met conidiëndragers bezet oppervlak van de opgegraven poters ²	
		poters	oogst 2e helft juli		oogst midden september		
			bij rooien	na inkuilen tot midden september	bij rooien		na inkuilen tot midden november
Bintje	I	0,6	9,6	76 ¹	26	46 ¹	79
	II	88	0,6	72 ¹	23	33 ¹	79
IJsselster	I	1,2	.	29	.	.	59
	II	78	.	6,1	.	.	85
	III	13	.	27	.	.	75
Variety	Group	seed potatoes	after clamping until mid Sept.		after clamping until mid Nov.		% surface of lifted seed potatoes covered with conidiophores ²
			at lifting	harvest 2nd half of July	at lifting	harvest mid September	
			% diseased tuber surface in				

¹ Monsters in 3-voud/samples in triplicate.

² Bij Bintje op 6 juli, bij IJsselster op 24 juni/for Bintje on July 6, for IJsselster on June 24.

Monsters in enkelvoud/single samples.

Bintje klei/clay, 1959. IJsselster zand/sand, 1960.

Table 8. Disease development of crops grown from slightly or severely diseased tubers.

maar heel weinig sporulatie optreedt. Het aantal conidiën dat na het planten is gevormd is dan ook bij poters van object II waarschijnlijk geringer geweest dan bij die van object I en III. De opbrengst is daardoor in verschillende mate besmet, hetgeen verklaart waarom bij de proeven met Bintje en IJsselster op de oogst van de licht of matig aangetaste knollen meer zilverschurft voorkwam dan op de oogst van de sterk aangetaste.

4.3 Discussie

Uit de in 4.1 getrokken conclusie dat de poter de voornaamste infectiebron van *H. solani* is, volgt dat de besmetting van de grond, zoal aanwezig, niet groot is. De geringe aantasting op de oogst van object I (tabel 7) zou veroorzaakt kunnen zijn door de in de grond aanwezige besmetting; te bewijzen is dit echter niet. Bij deze veldproeven kan de besmetting ook afkomstig zijn van naburige aardappelakkers. Zelfs kunnen de poters van object I ondanks alle voorzorgen toch niet volkomen vrij van infectie zijn geweest. Indien we aannemen dat in de grond wel besmetting aanwezig is dan is deze in ieder geval gering. Dit is wel opmerkelijk aangezien er iedere keer dat een aardappelgewas geteeld wordt veel materiaal van *H. solani* in de grond komt. De grondbesmetting die aldus ontstaat daalt gedurende de ruim 2½ jaar dat geen aardappelen geteeld worden blijkbaar sterk. Dit toont aan dat de schimmel zich in de grond niet goed kan handhaven. Hoe snel de besmetting vermindert is echter niet bekend, aangezien geen proeven zijn gedaan op grond waarop geen vruchtwisseling wordt toegepast of waarop om de twee jaar een aardappelgewas wordt geteeld.

Het is gebleken dat er bij een extreem verschil in aantasting van de poters een negatieve correlatie bestond tussen de graad van aantasting van de poters en die van de opbrengst (zie onder 4.2). Deze negatieve correlatie kan verklaard worden door aan te nemen dat de sporulatie die na het planten op de poters ontstaat in belangrijke mate bepalend is voor de graad van infectie van de oogst. Deze sporulatie is bij de licht aangetaste poters sterker geweest dan bij die waarop veel aantasting voorkwam doordat bij de eerstgenoemde na het planten veel meer uitbreiding van zilverschurft tot stand kwam en op nieuw gevormde vlekken meer sporulatie plaats vindt dan op reeds bestaande.

5 De schade veroorzaakt door zilverschurft

Uit het literatuuroverzicht (zie onder 2) blijkt dat zilverschurft schade veroorzaakt doordat het uiterlijk van de aardappelen achteruitgaat. Bovendien wordt het periderm meer doorlatend voor waterdamp waardoor tijdens de bewaring extra vochtverlies optreedt. Er is een onderzoek gedaan naar de schadelijke gevolgen van dit vochtverlies.

5.1 De schade tengevolge van het vochtverlies

Door het vochtverlies tengevolge van de aantasting ontstaat een extra gewichtsverlies tijdens de bewaring, o.a. afhankelijk van de relatieve luchtvochtigheid. In een bewaarplaats met buitenluchtkoeling of in poterbakjes zal dit gewichtsverlies door de lagere luchtvochtigheid groter zijn dan in een kuil. Verwacht mag worden dat het verlies het grootst zal zijn bij een kleine hoeveelheid aardappelen in een geventileerde ruimte. Bij een oriënterende proef zijn vijftien licht en vijftien zwaar aangetaste knollen van Bintje (% aangetaste knoloppervlakte resp. 2,2 % en 71 %) geplaatst in bakjes in een bewaarplaats met buitenluchtkoeling. De bewaring duurde van 19 september 1955 tot 25 mei 1956. Het gewichtsverlies aan het eind van de bewaring, exclusief het gewichtsverlies door kieming, was bij de licht aangetaste knollen 4,75 % en bij de zwaar aangetaste 7,52 %. Het gewichtsverlies tengevolge van zilverschurft bedroeg dus 2,77 %. Bij een tweede proef vond de bewaring plaats temidden van een grote hoeveelheid aardappelen in een bewaarplaats met buitenluchtkoeling. Er waren twee objecten I en II, resp. weinig en sterk aangetast. Elk object bestond uit drie monsters van elk 5 kg aardappelen die in netten waren gebracht. Uit tabel 9 blijkt dat het gewichtsverlies van het zwaarst aangetaste object (II) sterker was dan dat van object I, namelijk 1,81 % tegen 1,01 %. Het verschil tengevolge van zilverschurft was echter minder dan bij de vorige proef, namelijk 0,80 % tegen 2,77 %.

De uitdroging tijdens de bewaring kan behalve gewichtsverlies ook vermindering van de kiemkracht veroorzaken. Bij een zeer sterk vochtverlies, hetgeen gepaard gaat met een zeer sterke schrompeling, kiemt de poter in het geheel niet meer (foto 5). In 1957 is nagegaan in hoeverre de kiemkracht van acht partijen poot-aardappelen door zilverschurft afnam. De aardappelen waren eind juli 1956 geooid, op een partij Eigenheimer na die in september is geoogst. Van elke partij is een gedeelte in poterbakjes (object I) en een gedeelte in een kuil bewaard (object II). In november zijn ook de in de kuil opgeslagen aardappelen in poterbakjes

Tabel 9. Gewichtsverlies bij Bintje gedurende de bewaring ten gevolge van zilverschorft.

Object	% aangetast knoloppervlak		% gewichtsverlies	
	8/10/55	25/5/56	door zilverschorft	door kieming
I	8,8	15	1,01	0,60
II	52	62	1,81	0,54
Group	% diseased tuber surface		due to silver scurf	due to sprouting
			% weight loss	

Bewaarplaats met koeling door buitenlucht/warehouse cooled with outside air.

Stortheogte 2,40 m; monster in 3-voud op 1,30 m/height of stored potatoes 2.40 m; triplicate samples at 1.30 m.

Table 9. Weight loss for Bintje through silver scurf during storage.

Tabel 10. Invloed van aantasting van poters op de ontwikkeling van het gewas.

Partij	Ras	Object	% aangetast knoloppervlak	Schrompeling poters begin april '57 ¹	Ontwikkeling van het gewas	
					opkomst 29/5	stand 20/6
1	Sirtema	I	6,3	—	7-	6,5
		II	88	+	7	7
2	Ideaal	I	1,0	—	7-	7
		II	58	+	6,5	7
3	Eigenheimer	I	0,5	—	7-	7
		II	83	—	6+	7
4	Eigenheimer	I	2,8	—	7-	7
		II	80	—	6+	7
5	Eigenheimer	I	24	—	7-	7-
		II	88	±	7-	7-
6	Record	I	0	—	.	7
		II	69	—	.	7+
7	Record	I	0,6	—	.	7
		II	85	—	.	7
8	Sientje	I	3,0	—	7-	7
		II	82	+	7-	7
Lot	Variety	Group	% diseased tuber surface	Shriveling seed potatoes early April '57 ¹	emergence 29/5	condition 20/6
					Development of crop	

¹ — = weinig geschrompeld/slightly shriveled; + = sterk geschrompeld/severely shriveled.

Opslag van de poters in bakjes in een geventileerde bewaarplaats aan het licht van midden november tot begin april. Poters voorgekiemd, geplant op 25/4/57, in zandgrond. Proef in tweevoud/storage of seed potatoes in boxes in a ventilated warehouse at daylight from mid November until early April; pregerminated; planted in sand on 25/4/57; experiment in duplicate.

Table 10. Influence of infection of seed potatoes on development of crop.

gebracht. Deze waren sterk aangetast in tegenstelling tot de steeds in bakjes bewaarde aardappelen. Vanaf november zijn de aardappelen in een opslagplaats met buitenluchtkoeling achter glas geplaatst met het doel de knollen voor te kiemen.

Bij sommige partijen verloren de knollen van object II veel vocht en waren daardoor in sterke mate geschrompeld (zie de partijen 1, 2 en 8 van tabel 10). Er was echter maar bij één partij (partij 2) een duidelijk verschil in kieming tussen de sterk en licht aangetaste poters. De kiemen van de eerstgenoemde poters waren minder talrijk en kleiner. Van alle partijen zijn eind april 1957 monsters van beide objecten uitgeplant op een proefveld op zandgrond. Op 29 mei is de opkomst en op 20 juni de stand van het gewas beoordeeld (zie tabel 10). Uit deze cijfers blijkt niet duidelijk dat de schrompeling van de poters tengevolge van zilverschorft een nadelige invloed heeft gehad op de ontwikkeling van het gewas. Dit was ook niet het geval bij partij 2 waarbij de kieming in de poterbakjes ongunstig was beïnvloed door de schrompeling.

5.2 Discussie

De aanleiding tot het onderzoek inzake zilverschorft is de nadelige invloed geweest die zilverschorft had op het uiterlijk van gewassen aardappelen. Door verschillende oorzaken is het wassen van consumptieaardappelen in ons land niet sterk toegenomen. Indien echter in de toekomst de verkoop van gewassen aardappelen in kleinverpakking zou toenemen zou de schade door de achteruitgang van het uiterlijk tengevolge van zilverschorft belangrijker worden. Thans blijft deze beperkt tot meer incidentele gevallen bij ongewassen partijen.

Bij de proef waarbij sterk aangetaste knollen in een bewaarplaats met buitenluchtkoeling zijn opgeslagen is een extra gewichtsverlies van 0,80 % geconstateerd (tabel 9). In de praktijk zal in een bewaarplaats gewoonlijk minder zilverschorft voorkomen dan bij deze proef en zou dan ook een minder groot gewichtsverlies verwacht mogen worden. De vermindering van het gewicht hangt echter niet alleen af van de graad van aantasting. Uit tabel 10 blijkt dat er rasverschillen zijn wat de mate van vochtafgifte bij aangetaste knollen betreft. Bij Sirtema, Ideaal en Sientje kwam wel schrompeling voor bij de knollen waarop veel zilverschorft voorkwam maar bij Eigenheimer en Record niet of veel minder. Ook de mate waarin geventileerd wordt heeft invloed op het vochtverlies en mogelijk ook de afrijping en de grondsoort waarop het gewas is geteeld. De gewichtsvermindering zal dan ook in de praktijk zeer variabel zijn. Aangenomen mag worden dat onder bepaalde omstandigheden niet onbelangrijke gewichtsverliezen zullen optreden. Dit is ook de opvatting van Meyers (1966). Een extreem geval waarbij ernstige schade optrad, is geconstateerd bij een opslag van Ideaal in kuilen en vervolgens in een bewaarplaats. De knollen waren tengevolge van de kuilbewaring in sterke mate aangetast. Bovendien is tijdens de opslag te veel ventilatie toegepast. Het gevolg was dat in het voorjaar de knollen in sterke mate geschrompeld waren. Het moet dan ook afgeraden worden de opslag in een kuil en daarna in een bewaarplaats te laten

plaatsvinden. Dit geldt in het bijzonder voor vroeg gerooide aardappelen aangezien hierbij de uitbreiding van zilverschurft in de kuil bijzonder sterk is (zie onder 4.2.2).

Bij sterk aangetaste pootaardappelen in poterbakjes blijkt niet dat zilverschurft ernstige schade veroorzaakt aan de kiemkracht (tabel 10). Mogelijk zou schade optreden indien de omstandigheden vóór de opkomst ongunstig zijn, zoals bij de teelt op grond met een slechte structuur. In de praktijk zijn partijen aangetroffen waarvan veel knollen door de aantasting zodanig geschrompeld waren dat ze nauwelijks meer tot kieming in staat waren. Meyers (1963) veronderstelde dat een sterke aantasting door zilverschurft bij Bea de oorzaak was van een minder goede opkomst en opbrengst, maar niet bij een aantal andere rassen. Hieruit zou volgen dat er ook wat de invloed van zilverschurft op de kiemkracht betreft tussen de rassen verschillen bestaan.

Zoals reeds eerder onder 1.2 is meegedeeld kan zilverschurft ook schade veroorzaken doordat de gevoeligheid voor blauw toeneemt (Meyers, 1964 en 1965). Meyers veronderstelt dat de toeneming in gevoeligheid een gevolg is van het door de aantasting veroorzaakte vochtverlies.

6 De bestrijding

6.1 Zo spoedig mogelijk drogen van de opgeslagen aardappelen

Zilverfurf is in belangrijke mate een bewaarziekte. Zoals hiervoor is gebleken is de bestrijding van de aantasting in een bewaarplaats met buitenluchtkoeling niet afdoende aangezien het drogen van de aardappelen te veel tijd vergt (zie 3.3.3). Er is daarom onderzocht in hoeverre het mogelijk is de uitbreiding tijdens de bewaring te beperken door zo snel mogelijk te drogen.

6.1.1 Bestrijding in poterbakjes

Kleine hoeveelheden aardappelen kunnen gemakkelijk snel gedroogd worden in poterbakjes. Deze bakjes laten goed lucht door en worden bovendien met tussenruimte gestapeld. In de bakjes bevinden zich voorts maar enkele lagen knollen.

Onder 5.1 is een proef behandeld waarbij verschillende partijen aardappelen in poterbakjes zijn bewaard. Een gedeelte van elke partij was direct na het rooien in de bakjes gebracht, een ander gedeelte was eerst in een kuil bewaard tot november (resp. object I en II). Vanaf november zijn de bakjes geplaatst in een bewaarplaats met buitenluchtkoeling. In april is de graad van aantasting bepaald (tabel 10). Behalve bij partij 5 kwam bij alle partijen op de knollen van object I weinig zilverfurf voor, maar op die van object II veel. De oorzaak van de sterke aantasting bij object I van partij 5 was dat hierbij het rooien pas in november plaats vond in plaats van eind juli zoals bij de overige partijen. Uit de geringe aantasting bij de laatstgenoemde partijen blijkt dat bij object I hoogstens een kleine uitbreiding van zilverfurf tijdens de opslag heeft plaats gevonden.

De proef is gedurende 1962-'63 herhaald met dit verschil dat geen aardappelen in kuilen zijn opgeslagen en dat van elke partij knollen zijn gerooid op acht à negen tijdstippen tussen half juli en half september. Het onderzoek is in samenwerking met de NAK verricht met acht partijen Bintje, twee partijen Sientje en één partij Asoka. Na bewaring tot half maart kwam op geen enkele partij meer dan 0,5 % aangetaste knoloppervlakte voor, mits het rooien niet later dan vijftien augustus had plaatsgevonden. Op de later gerooide aardappelen kwam meer zilverfurf voor.

6.1.2 In bewaarplaatsen met buitenluchtkoeling; drogen met verwarmde lucht of met meer lucht per tijdseenheid

In samenwerking met het Instituut voor Bewaring van Landbouwprodukten te Wageningen zijn in 1958 en 1959 proeven verricht waarbij is getracht het drogen in bewaarplaatsen te bevorderen door de lucht te verwarmen of door per tijdseenheid een grotere hoeveelheid lucht door te blazen. Er waren vijf objecten:

I. Opslag van omstreeks vijftien ton aardappelen in een bewaarplaats met buitenluchtkoeling. Ventilatie met de in de praktijk gebruikelijke luchthoeveelheid per tijdseenheid, n.l. 75-100 m³ lucht per m³ aardappelen per uur. De buitenlucht werd, voordat ze door de aardappelen geblazen werd, 5-10°C opgewarmd met een oliebrander.

II. Als I, maar ventilatie met de dubbele of de drievoudige hoeveelheid lucht (resp. 150-200 en 225-300 m³). De lucht werd niet opgewarmd.

III. Als I maar ventilatie met onverwarmde lucht.

IV. Opslag van één ton aardappelen in een kuil.

V. Opslag van 100 kg aardappelen in poterbakjes.

De eerste proef is in de zomer van 1958 uitgevoerd met Bintje van kleigrond. Het drogen bij object II vond plaats met de drievoudige en het koelen met de tweevoudige luchthoeveelheid. Tijdens de aanleg van de proef gedurende 29 juli tot 2 augustus was het droog weer waardoor de in de bewaarplaats gebrachte aardappelen weinig vochtig waren en er zich niet veel grond tussen bevond. Het drogen duurde van 2 tot 11 augustus maar kon alleen van 18.00 tot 24.00 uur plaats vinden. Na 10 augustus is alleen ventilatie toegepast om te koelen. Op 13 augustus waren de aardappelen bovenin bij object I geheel droog, bij object II bijna droog maar bij object III nog vrij vochtig. De bewaring duurde tot begin december waarna van elk object een aantal monsters zijn genomen. De uitbreiding gedurende de bewaring was bij de objecten I en II geringer dan bij object III (tabel 11). Het is bij deze proef mogelijk gebleken de toeneming van zilverschurft bij de objecten I en II te beperken tot minder dan 10 % aangetaste knoloppervlakte. De omstandigheden voor een snelle toeneming van zilverschurft waren bij deze proef echter niet erg gunstig aangezien de aardappelen aangevoerd zijn in vrij droge toestand.

In 1959 zijn drie proeven uitgevoerd, alle met Bintje afkomstig van kleigrond. De eerste werd begin augustus, de tweede drie weken later en de derde begin september aangelegd. Aangezien de knollen bij het rooien zeer droog waren, werden deze bij alle objecten bij de aanleg bevochtigd (20 l water per ton aardappelen). Van de vijf hiervoor genoemde objecten ontbrak bij de eerste proef object II en bij de tweede object I; de derde proef was volledig. Het drogen bij object II vond plaats met de dubbele luchthoeveelheid. De bewaring duurde bij de twee eerste proeven tot december en bij de derde tot april. Bij alle proeven waren de knollen boven in de hoop na vijf tot zes dagen droog. De uitbreiding van zilverschurft in de kuil was steeds zeer sterk. De toeneming in de bewaarplaats was minder sterk maar hierin bestond tussen de drie proeven verschil. Bij de eerste bedroeg de uit-

Tabel 11. Bestrijding van zilverschurft bij Bintje (van kleigrond) door drogen met 5-10°C verwarmde lucht of door verhoogde toevoer van lucht bij opslag in een bewaarplaats.

Object	Bewaring	Lucht	% aangetast knoloppervlak		
			1958 ¹	1959 ²	
				proef 1	proef 2
I	bewaarplaats/warehouse	verwarmd/heated	8	—	46
II	bewaarplaats/warehouse	meer lucht/more air	10	50	—
III	bewaarplaats/warehouse	als I, niet verwarmd/ like I, not heated	17	48	45
IV	kuil/clamp	—	29	82	80
V	poterbakjes/seedboxes	—	1	10	32

Group	Storage	Air	% diseased tuber surface	
			exp. 1	exp. 2

Proef 1958: 2/8/58 tot 1-4/12/58/exp. 1958: 2/8/58 until 1-4/12/58.

Proef 1 (1959): 7/8/59 tot 15-20/1/60/exp. 1 (1959): 7/8/59 until 15-20/1/60.

Proef 2 (1959): 28/8/59 tot 15-20/1/60/exp. 2 (1959): 28/8/59 until 15-20/1/60.

Object I, II en III in twaalfvoud bemonsterd, andere in vijfvoud/from group I, II and III 12 samples, from others 5 samples.

¹ 75 m³ lucht per m³ aardappelen/uur behalve bij object II (225 m³/m³/u)/75 m³ air per m³ of potatoes per hour except group II (225 m³/m³/h).

² 100 m³ lucht per m³ aardappelen per uur behalve bij object II (200 m³/m³/u)/100 m³ air per m³ of potatoes per hour except group II (200 m³/m³/h).

Na drogen koeling met dezelfde hoeveelheid lucht per m³ aardappelen per uur, behalve bij proef 1958, object II (150 m³m³u)/after drying cooling with cold outside air with the same capacity, except for exp. 1958 (150 m³m³h).

Table 11. Control of silver scurf in Bintje (from clay) by drying with 5-10°C heated air or with increased supply of air during storage in a warehouse.

breiding gemiddeld 38 % tot 40 %, bij de tweede 13 % tot 14 % (tabel 11) en bij de derde 1 % aangetaste knoloppervlakte. Bij de eerste proef was er geen verschil in toeneming tussen de met verwarmde en de met onverwarmde lucht gedroogde aardappelen en bij de tweede proef evenmin tussen de met de dubbele en de met de gebruikelijke hoeveelheid lucht gedroogde. Bij de derde proef konden geen verschillen geconstateerd worden aangezien zo goed als geen uitbreiding plaatsvond.

6.1.3 Discussie

Bij de bewaring van kleine hoeveelheden aardappelen is een goede bestrijding

van zilverschurft mogelijk in poterbakjes, mits niet reeds veel aantasting bij het begin van de opslag aanwezig was doordat het rooien pas laat in het seizoen plaatsvond. Bovendien moet er voor gezorgd worden dat de bakjes in een goed geventileerde ruimte staan, aangezien er bij een relatieve luchtvochtigheid boven 90 % gevaar bestaat dat toch een min of meer sterke uitbreiding plaatsvindt.

Bij de bewaring van grote hoeveelheden aardappelen in een bewaarplaats met buitenluchtkoeling is in 1958 wel maar in 1959 geen verbetering van de bestrijding bereikt door drogen met verwarmde lucht of met meer lucht per tijdseenheid. Dit negatieve resultaat in 1959 is waarschijnlijk toe te schrijven aan de abnormale weersomstandigheden in dat jaar. Gedurende de zomer was namelijk de relatieve luchtvochtigheid laag, waardoor de verschillende droogmethoden in feite geen verschil in snelheid van drogen tengevolge hadden. In de meeste jaren is in Nederland de relatieve luchtvochtigheid in de zomer hoger dan in 1959 en men mag dan ook aannemen dat door de twee genoemde maatregelen de aantasting beter zal worden tegengegaan. Het is echter niet waarschijnlijk dat de uitbreiding beperkt zal blijven tot minder dan 10 % zoals bij de proef in 1958 omdat bij deze proef de omstandigheden voor de aantasting niet erg gunstig waren. Aangezien er nog maar weinig ervaring bestaat met het drogen door middel van verwarmde lucht moet er voor gezorgd worden dat de temperatuur niet meer dan 5°C toeneemt. Bij meer opwarmen zou het optreden van rot bevorderd kunnen worden.

Bij de vroeggerooiden aardappelen kwam in 1959 ondanks de lage relatieve luchtvochtigheid een sterke uitbreiding in de bewaarplaats tot stand (tabel 11). Deze is waarschijnlijk te wijten aan de hoge temperatuur waardoor de voorwaarden voor aantasting bijzonder gunstig waren.

Tegenwoordig worden aardappelen dikwijls volautomatisch geoogst waardoor ze weinig gelegenheid krijgen op het veld te drogen en vaak met veel grond worden opgeslagen. Hierdoor wordt een goede bestrijding zeer bemoeilijkt vooral wanneer de grond bij het rooien nog vochtig is. Het verdient dan ook aanbeveling, indien mogelijk, bij het kiezen van het tijdstip van rooien rekening te houden met de vochtigheidstoestand van de grond. Teneinde het drogen te bevorderen is het wenselijk reeds met ventileren te beginnen voordat de cel gevuld wordt. Volgens Meyers (1961) kan een ongelijkmatige droging worden voorkomen door langs de celwanden op de roostervloer repen karton aan te brengen. Het droogblazen kan worden beëindigd zodra de grond aan de aardappelen boven in de cel droog aanvoelt. Langer droogblazen heeft geen zin en veroorzaakt extra gewichtsverliezen.

Wanneer aardappelen droog en schoon in de cel komen wordt door Meyers (1961) aangeraden om gedurende de eerste weken slechts zo nu en dan enkele uren te ventileren. Het lijkt echter wel van belang het drogen niet geheel achterwege te laten. Zou dit wel het geval zijn dan bestaat kans op een sterke uitbreiding van de aantasting zoals bij de opslag van droge aardappelen in kuilen in 1959 is waargenomen (zie blz. 16).

6.2 Door desinfectie van de poter

Onder 1.2 is vermeld dat Schultz (1916) noch Burke (1938) er in slaagden door desinfectie van de knollen de hierop aanwezige *H. solani* volledig te doden. Sedertdien zijn nieuwe fungiciden ontwikkeld zodat een onderzoek naar de werkzaamheid van deze middelen nodig was. Hier bestond te meer reden voor aangezien gebleken was dat in Nederland de besmetting in hoofdzaak door de poter wordt overgebracht. Onder 6.2.1 is het onderzoek inzake de desinfectie van de poter behandeld en onder 6.2.2 de invloed van de desinfectie van de poter op de graad van aantasting van de opbrengst. De desinfectie vond steeds plaats op de wijze zoals onder 2 is aangegeven. Bij alle proeven vond de opslag van de aardappelen na de behandeling plaats in poterbakjes of, bij kleine hoeveelheden, in slofjes.

6.2.1 De desinfectie van de poter

Burke (1938) en andere onderzoekers gebruikten als criterium voor de desinfectie de sporulatie op de knollen nadat deze gedurende tien tot veertien dagen in een vochtige omgeving bij kamertemperatuur geplaatst waren. Bij ons onderzoek is dit criterium ook toegepast maar het bleek dat de termijn van veertien dagen te kort was aangezien na verschillende behandelingen eerst twee tot drie maanden later sporulatie optrad.

In 1955 zijn vrij sterk aangetaste knollen van Bintje schoongewassen en gedroogd en vervolgens gedompeld in verschillende concentraties van AARDISAN gedurende een verschillende tijd. Dit middel is toegepast aangezien het tot de zeer werkzame fungiciden gerekend moet worden. Na de behandeling zijn de knollen gedroogd en vervolgens apart bewaard in een vochtige omgeving bij 20°C. Van tijd tot tijd is het aantal knollen waarop sporulatie voorkwam vastgesteld. Uit tabel 12 blijkt dat bij geen enkele behandeling een volledige desinfectie tot stand gekomen is.

Bij een tweede overeenkomstige proef zijn Bintje-knollen ondergedompeld in 4 % formaline gedurende 30 minuten. De temperatuur van de oplossing bedroeg 42°C. Het resultaat van deze behandeling was eveneens negatief.

Bij een derde proef zijn AARDISAN, Aretan, AAVENTA-46 en Orthocide-75 toegepast, alle in een concentratie van 0,5 % gedurende één minuut. De werkzame stof van Aretan en AAVENTA-46 is een niet vluchtige organische kwikverbinding en van Orthocide-75 captan. 35 dagen na de behandeling kwam sporulatie voor op de met Orthocide-75 behandelde knollen, na 51 dagen op de met AARDISAN en na 101 dagen op de met Aretan en AAVENTA-46 behandelde. De desinfectie is dus ook bij deze proef in geen enkel geval volkomen geweest. De sporulatie is echter wel lang tegengehouden bij Aretan en AAVENTA-46.

Behalve met de genoemde is nog onderzoek gedaan met enkele andere middelen zoals het antibioticum pimarinine en een mengsel van 0,05 % HgCl_2 en 0,05 % $\text{Hg}(\text{CN})_2$, het middel waarmee Burke (1938) van alle door hem onderzochte middelen het beste resultaat bereikte. In geen enkel geval gelukte het echter de sporu-

Tabel 12. Aantal knollen uit 8 met sporulatie (in vochtige omgeving) na desinfectie met AArdisan.

Behandeling/treatment	Aantal dagen na desinfectie/number of days after disinfection					
	8	11	18	26	47	67
1 %, 5 min	0	0	0	0	0	5
1 %, 1 min	0	0	0	0	0	5
0,5 %, 5 min	0	0	0	0	2	7
0,5 %, 20 min	0	0	0	0	5	8
0,15 %, 20 min	0	1	1	0	8	8
0,15 %, 1 min	0	2	4	6	8	8
Onbehandeld/untreated	8	8	8	8	8	8

Table 12. Number of potatoes (out of 8) with sporulation (in humid environment) after disinfection with AArdisan.

Tabel 13. Invloed van desinfectie met verschillende fungiciden op de uitbreiding van *Helminthosporium solani* op poters na het planten.

Merknaam	Werkzaam bestanddeel	Behandeling	% met conidiëndragers bezet oppervlak van de poters	
			1959 ¹	1960 ²
AArdisan	organ. Hg-verbinding/compound	0,5 %/1 min.	49	22
AAbulba vloeibaar	organ. Hg-verbinding/compound	0,5 %/1 min.	28	20
AAventa-46	organ. Hg-verbinding/compound	0,5 %/1 min.	18	72
AApirol extra	thiram	1 %/30 min.	15	54
Onbehandeld/untreated			85	88

Trade name	Active ingredient	Treatment	% of surface area of tubers covered with conidiophores
¹ Var. Climax: 19 % aangetast knoloppervlak; desinfectie 13/5; plantdatum 14/5; opgegraven 10/8; proef in enkelvoud/19 % of diseased surface; disinfection 13/5; date of planting 14/5; tubers lifted 10/8; single experiment.			
² Var. Bintje: 10 % aangetast knoloppervlak; desinfectie 9/4; plantdatum 14/4; opgegraven 5/9; proef in duplo/10 % of diseased surface; disinfection 9/4; date of planting 14/4; tubers lifted 5/9; experiment in duplicate.			

Table 13. Influence of disinfection with several fungicides on increase in *Helminthosporium solani* on tubers after planting.

latie van *H. solani* afdoende tegen te gaan.

Vervolgens is nagegaan of door desinfectie de uitbreiding van *H. solani* op de poters na het planten minder sterk zou zijn. Knollen die behandeld waren met verschillende middelen zijn in het voorjaar geplant op grond die niet of slechts in geringe mate besmet was, doordat hierop in twee voorafgaande jaren geen aardappelen waren verbouwd. Drie of vier maanden later zijn de knollen weer opgegraven. Het percentage van de knoloppervlakte waarop conidiëndragers van *H. solani* voorkwam is vervolgens vastgesteld en als maat gebruikt voor de werkzaamheid van de onderzochte middelen. De werkzame stof van deze middelen bestond uit een organische kwikverbinding of uit één van de volgende organische verbindingen: captan, thiram, dinocap, een carbamaat en pentachloornitrobenzeen. In het geval een middel niet bestemd was voor toepassing bij de aardappel zijn door de fabrikant aanwijzingen gegeven betreffende de concentratie waarin en de tijd gedurende welke het middel aangewend diende te worden. Bij de overige middelen is het voorschrift voor de behandeling gevolgd.

Uit tabel 13 blijkt dat het gedeelte van de knoloppervlakte dat bedekt was met conidiëndragers van *H. solani* bij de onbehandelde knollen in 1959 en 1960 resp. 85 % en 88 % bedroeg. Alle in tabel 13 vermelde behandelingen hebben een vermindering van de groei van *H. solani* op de knollen na het planten teweeggebracht maar in 1959 waren AApirol en AAventa-46 het meest werkzaam. In 1960 waren deze verbindingen echter veel minder werkzaam en werd het beste resultaat bereikt met AArdisan. De in tabel 13 niet genoemde middelen (werkzame stof dinocap, captan of een carbamaat) zijn alleen in 1960 onderzocht. Met geen van deze middelen is een gunstig resultaat bereikt. In dit onderzoek hebben dus alleen AApirol Extra, AAventa-46, AArdisan en AAbulba vloeibaar een belangrijke vermindering van de groei van *H. solani* op de knollen na het planten veroorzaakt. Bij de drie eerstgenoemde middelen is dit bovendien alleen in één van de beide jaren van toepassing het geval geweest. Op de werkzaamheid van de vier middelen zal hierna onder 6.2.2 nog nader ingegaan worden.

6.2.2 Invloed van de desinfectie op de aantasting van de opbrengst

De desinfectie met verschillende middelen De eerste veldproef is in 1955 uitgevoerd met twee middelen: AArdisan en een mengsel van 0,05 % $\text{Hg}(\text{CN})_2$ en 0,05 % HgCl_2 . Poters van Eigenheimer zijn gedurende twintig minuten ondergedompeld in het mengsel van 0,05 % $\text{Hg}(\text{CN})_2$ + 0,05 % HgCl_2 (object I) of gedurende vijf minuten in 0,5 % AArdisan (object II), terwijl een gedeelte van de poters onbehandeld bleef (object III). Twee tot drie weken na de behandeling zijn de knollen van de drie objecten uitgeplant op vier proefvelden op zandgrond. Het aantal herhalingen per object en per proefveld bedroeg vijf tot zeven. In september is geoogst en bemonsterd. De gemiddelde aantasting van de opbrengst bedroeg bij de objecten I, II en III resp. 3,0 %, 1,6 % en 3,1 % van de knoloppervlakte. In tegenstelling tot hetgeen Burke (1938) constateerde heeft de desinfectie met een

mengsel van 0,05 % $\text{Hg}(\text{CN})_2$ + 0,05 % HgCl_2 geen resultaat gehad. De behandeling met AArdisan heeft tot een halvering van de graad van aantasting geleid.

In 1956 is de werkzaamheid van AArdisan en Aretan met elkaar vergeleken. Het laatstgenoemde middel is gekozen aangezien het bij het laboratoriumonderzoek de groei van *H. solani* op de poters lang had tegengehouden (zie 6.2.1). De proef is verricht met Bintje op zandgrond, een tweede partij van hetzelfde ras op kleigrond en een partij Sirtema op twee percelen zandgrond. De behandeling vond in de eerste helft van maart plaats. Van elk van de vier partijen is een gedeelte gedurende één minuut ondergedompeld in 0,5 % AArdisan (object I), een ander gedeelte gedurende dezelfde tijd in 0,5 % Aretan (object II), terwijl de resterende knollen onbehandeld bleven (object III). De knollen van de drie objecten zijn eind april gepoot. Alle proefvelden zijn in zesvoud uitgevoerd. Van elke herhaling is de helft in juli en de rest in september geroid. Uit de statistische verwerking van de resultaten blijkt dat het verschil in aantasting tussen de objecten I en II enerzijds en object III anderzijds bij drie van de vier proefvelden significant is, maar dat er bij geen enkel proefveld een significant verschil in aantasting bestaat tussen de objecten I en II (tabel 14).

Op de proefvelden 1 en 4 zijn bij het rooien in juli en september van elk object tien poters weer opgegraven. Het percentage van de knoloppervlakte dat bezet was met conidiëndragers van *H. solani* bleek het hoogst te zijn bij object III. De gemiddelden van de twee proefvelden bedroegen bij de objecten I, II en III in juli resp. 4,2 %, 8 % en 79 % en in september 23 %, 49 % en 79 %. Het verschil in percentage van de behandelde en de onbehandelde poters correleert met het verschil in graad van aantasting van de opbrengst. Dit is echter nauwelijks het geval met het verschil tussen de poters van de objecten I en II. Niettemin wijst dit verschil in uitbreiding van zilverschuif op de poters er op dat de desinfectie met AArdisan werkzamer was dan die met Aretan. Uit het in 6.2.1 behandelde laboratoriumonderzoek was juist gebleken dat Aretan de sporulatie langer tegenhield dan AArdisan. Vermoedelijk is dit goede resultaat van Aretan veroorzaakt doordat

Tabel 14. Percentage aangetast knoloppervlak van de oogst na desinfectie van de poters met AArdisan of Aretan.

Object	Behandeling/treatment	Proefveld, oogstdatum/exp. field, lifting date								Gemiddeld/ average	
		1		2		3		4			
		25/7	13/9	21/7	14/9	19/7	18/9	23/7	6/9	juli/ July	sept./ Sept.
I	0,5 % AArdisan 1 min	0,0	0,6	0,4	10,8	0,4	5,7	0,6	0,4	0,4	4,4
II	0,5 % Aretan 1 min	0,0	0,7	1,0	11,6	0,9	4,4	0,5	1,1	0,8	4,5
III	Onbehandeld/untreated	1,5	3,8	1,1	11,3	1,7	10,3	4,4	9,5	2,2	8,7

Table 14. Percentage diseased tuber surface of the harvest after disinfection of the seed potatoes with AArdisan or Aretan.

de organische kwikverbinding van dit middel in tegenstelling met die van Aardisan weinig vluchtig is, en daardoor in de laboratoriumproef nog lang werkzaam kon blijven. Bij de veldproef kan deze verbinding daarentegen na het planten spoedig onwerkzaam geworden zijn. Van der Spek (1965, blz. 108) constateerde bij de desinfectie van lijnzaad tegen *Botrytis cinerea* Pers. ex. Fr. dat verschillende organische kwikverbindingen hun werkzaamheid na het zaaien snel verliezen.

In 1959 is geconstateerd dat behandeling met AApirol Extra, AAventa-46 of AAbulba vloeibaar een beter resultaat had dan met Aardisan (tabel 13). Daarom is in 1960 nagegaan welke invloed de genoemde middelen zouden hebben op de aantasting van de opbrengst. De desinfectie geschiedde door onderdompeling van de poters (Bintje) gedurende één minuut in resp. 0,5 % Aardisan (object I), 0,5 % AAbulba vloeibaar (object II), 0,5 % AAventa-46 (object III) en 1 % AApirol Extra (object IV), terwijl bij object V de knollen onbehandeld zijn gebleven. De helft van de te desinfecteren poters is in de herfst behandeld, de rest in het voorjaar. Het poten vond in april plaats op kleigrond. De opbrengst is in september geoogst. Uit tabel 15 blijkt dat alle behandelingen een vermindering van de aantasting van de opbrengst tengevolge hebben gehad uitgezonderd de desinfectie in het voorjaar met AApirol Extra. Deze behandeling resulteerde zelfs in een toename van zilverschurft. Een verklaring voor dit afwijkend resultaat is niet te geven. Na de behandeling van de poters in het voorjaar kwam de minste aantasting voor op de oogst van object I. De verschillen in aantasting tussen de objecten waren echter niet significant met uitzondering van die tussen object I en IV. Na de behandeling in het najaar kwam de minste aantasting voor op de oogst van de objecten I en II. Het verschil in aantasting tussen de objecten I zowel als II en de overige objecten was significant (tussen de objecten I en IV bijna significant). De desinfectie in het voorjaar met Aardisan heeft dus een beter resultaat gehad dan die met AApirol Extra en de desinfectie in het najaar met Aardisan een beter resultaat dan die met AAventa-46 of met AApirol Extra. De uitslag van deze proef verschilt dan ook sterk van die van het onderzoek inzake de desinfectie van de poter in 1959 waarbij

Tabel 15. Percentage aangetast knoloppervlak van de oogst na desinfectie gedurende 1 minuut van de poters (Bintje) met verschillende fungiciden op 11 november of 3 maart.

		AARDISAN 0,5 %	AABULBA 0,5 %	AA-VENTA-46 0,5 %	AAPIROL EXTRA 0,1 %	Onbehandeld/ <i>untreated</i>
Behandeling/	11/11/59	1,9	2,2	7,0	5,6	8,8
treatment	3/3/60	3,5	5,5	5,8	12,4	

Plantdatum 20/4/60; aangetast knoloppervlak poters 1,8 %; oogst 23/9/60; kleigrond; proefveld in 4-voud/planted 20/4/60; diseased surface seed potatoes 1.8 %; lifted 23/9/60; clay soil; experiment in quadruplicate.

Table 15. Percentage diseased tuber surface of the crop after disinfection during 1 minute of the seed potatoes (var. Bintje) with different fungicides on 11 November or 3 March.

AARDISAN minder goed werkzaam was, maar komt vrij goed overeen met de uitslag van ditzelfde onderzoek in 1960 (tabel 13). Het minder goede resultaat met AAPIROL Extra zou veroorzaakt kunnen zijn doordat het slechts gedurende één minuut is toegepast in plaats van gedurende 30 minuten zoals in 1959. Dit is echter niet waarschijnlijk aangezien bij het onderzoek inzake de desinfectie van de poter in 1960 evenmin een goed resultaat is bereikt met de behandeling gedurende 30 minuten. Vermoedelijk hangt de verschillende uitkomst van de proeven in 1959 en 1960 samen met het verschil in de weersomstandigheden tussen beide jaren.

Het valt voorts op dat er verschil bestaat tussen het resultaat van de desinfectie in het najaar en in het voorjaar (tabel 15).

De desinfectie met AARDISAN: invloed van de concentratie en van het tijdstip van behandeling Uit het bovenstaande is gebleken dat AARDISAN minstens zo effectief was als de andere beproefde middelen. Bij AARDISAN is daarom een nader onderzoek verricht inzake de invloed van de concentratie en het tijdstip van de behandeling op de aantasting van de opbrengst.

In overeenstemming met de drie methoden volgens welke de ontsmetting van pootaardappelen tegen lakschurft (*Rhizoctonia solani* Kühn) plaats vindt (Anonymus 1957), zijn de volgende behandelingen toegepast: onderdompeling in 0,5 % AARDISAN gedurende één minuut (object I), in 0,3 % AARDISAN gedurende vijf minuten (object II) en in 0,15 % AARDISAN gedurende twintig minuten (object III). Bij object IV bleven de knollen onbehandeld. Het onderzoek is uitgevoerd met Bintje. De behandeling vond plaats in december, het poten in april op klei en de oogst in augustus. Bij de eerste proef bleek het aangekochte pootgoed in zo uitzonderlijk lichte mate aangetast te zijn dat de opbrengst nagenoeg vrij was van zilverschurft, waardoor er tussen de objecten geen verschillen voorkwamen. Bij de tweede proef (1964) waren de poters wel aangetast maar geen enkele behandeling had een vermindering van de aantasting van de oogst tot gevolg. De desinfectie had echter wel invloed op de uitbreiding van *H. solani* op de poters in de grond. Zowel in juni als augustus zijn van elk object tien poters opgegraven. In juni bedroeg de met sporendragers van *H. solani* bezette knoloppervlakte bij de objecten I, II, III en IV resp. 18 %, 15 %, 33 % en 32 % en in augustus resp. 54 %, 59 %, 71 % en 73 %. Hieruit volgt dat zowel bij object I als II de desinfectie de uitbreiding van *H. solani* op de poters na het planten enigszins heeft tegengegaan maar bij object III niet. Dit wijst er op dat voor de bestrijding van zilverschurft de desinfectie in 0,15 % AARDISAN niet aan te bevelen is.

In 1956 is nagegaan of er verschil bestaat tussen desinfectie in het najaar of in het voorjaar. De proef is uitgevoerd met twee partijen Bintje (partij 1 en 2) en één partij Sirtema, alle drie opgeslagen in poterbakjes.

Een gedeelte van de te behandelen knollen van elke partij is in de herfst gedesinfecteerd door onderdompeling in 0,5 % AARDISAN gedurende één minuut, een ander gedeelte in het voorjaar en de rest bleef onbehandeld. Het poten vond in april plaats. Partij 1 van Bintje is gepoot op zandgrond, partij 2 van Bintje op

kleigrond en Sirtema op twee proefvelden op zandgrond. Elk proefveld is deels in juli, deels in september gerooid. De aantasting van de geoogste knollen van de behandelde zowel als van de onbehandelde poters is per proefveld en per oogsttijd bepaald. De aantasting op de vier proefvelden is vervolgens gemiddeld (tabel 16). Deze bleek zowel bij de in juli als in september geoogste aardappelen minder sterk te zijn indien desinfectie had plaatsgevonden, maar op de oogst van de in de herfst behandelde poters kwam bij beide oogsttijden minder zilverschurft voor dan op de oogst van de in het voorjaar behandelde. Het verschil in resultaat tussen de beide behandelingen was echter slechts op één proefveld significant. De uitbreiding van *H. solani* op de poters na het planten tot aan het tijdstip van rooien in september werd eveneens vastgesteld. Het bleek dat het percentage met sporendragers bezette knoloppervlakte in september bij elk proefveld het laagst is na desinfectie in het najaar. Het gemiddelde van alle proefvelden bedroeg 11 % indien de behandeling in het najaar en 36 % indien deze in het voorjaar had plaats gevonden. Zowel de verschillen in aantasting tussen de geoogste knollen als die in uitbreiding van *H. solani* op de poters tonen aan dat bij deze proef de desinfectie in het najaar een beter resultaat heeft gehad dan die in het voorjaar.

Tabel 16. Percentage aangetast knoloppervlak van de oogst na desinfectie van de poters met 0,5 % Aardisan gedurende 1 minuut in najaar of voorjaar.

	Oogstdatum/date of lifting		
	2e helft juli 1956 <i>2nd half of July 1956</i>	september 1956 <i>September 1956</i>	23/9/60
Behandeling in de herfst/ <i>treatment in autumn</i>	0,2	2,0	1,9
Behandeling in het voorjaar/ <i>treatment in spring</i>	0,4	4,4	3,5
Onbehandeld/ <i>untreated</i>	2,2	7,3	8,8

1956. Gemiddelden van 4 proeven in 6-voud, geplant 2e helft april: Bintje partij 1 met 0,9 % aangetast knoloppervlak bij de poters, op zand - Sirtema id. 3,6 % (2 ×), op zand - Bintje partij 2 id., licht aangetast, op klei - alle gedesinfecteerd november 1955 of 1e helft maart 1956.

Averages of 4 experiments in sextuplicate, planted second half of April: var. Bintje lot 1 with 0.9 % diseased tuber surface at planting in sand - var. Sirtema ibid. 3.6 % (2 ×) on sand - var. Bintje lot 2, ibid., slightly diseased, on clay - all disinfected November 1955 or March 1956.

1960. Eén proef, in 4-voud op klei, geplant 20/4/60: Bintje met 1,8 % aangetast knoloppervlak bij de poters; desinfectie 11/11/59 of 3/3/60.

One experiment in quadruplicate on clay, planted 20/4/60: var. Bintje with 1.8 % diseased tuber surface, disinfected 11/11/59 or 3/3/60.

Table 16. Percentage diseased tuber surface of the harvest after disinfection of seed potatoes with 0.5 % Aardisan during 1 minute in autumn or in spring.

In 1960 is de proef herhaald maar thans met één partij Bintje op kleigrond. De proef is gecombineerd met een onderzoek naar de werkzaamheid van verschillende middelen inzake de desinfectie van de poters. Tabel 16 geeft de graad van aantasting van de oogst na de desinfectie met 0,5 % AArdisan gedurende één minuut in het voorjaar of in het najaar weer, samen met de resultaten van de proef in 1956. De aantasting bedroeg resp. 1,9 % en 3,5 % van de knoloppervlakte, waaruit volgt dat op knollen die geoogst zijn van de in het najaar behandelde poters minder zilverschurft voorkwam dan op die afkomstig van de in het voorjaar behandelde. Ofschoon het verschil niet significant bleek te zijn, wijst de uitslag van deze proef tezamen met die van de proef in 1956 er toch op dat de desinfectie met AArdisan in het najaar een beter effect heeft dan in het voorjaar.

De aantasting van de oogst van gedesinfecteerde poters na opslag in kuilen In 1956 is een proef uitgevoerd met Sirtema (proef 1) en in 1957 met Bintje (proef 2). Een gedeelte van de poters is in de herfst gedesinfecteerd door onderdompeling gedurende één minuut in 0,5 % AArdisan (object 1) en een gedeelte bleef onbehandeld (object II). In het volgend voorjaar zijn de poters uitgeplant. De knollen zijn voor een deel in juli en voor een ander deel in september gerooid en daarna tot november in kuilen bewaard. Behalve bij het rooien is ook daarna gedurende de opslag de graad van aantasting vastgesteld. In fig. 6 zijn de resultaten van het onderzoek weergegeven. Bij proef 1 was de aantasting van de opbrengst van object I bij het rooien in juli 0,5 % van de knoloppervlakte en van object II 1,7 %. Het verschil tussen beide objecten bleek significant te zijn. Na een bewaring in kuilen tot 18 september is de aantasting bij object I en II toegenomen tot resp. 19 % en 46 % en na een bewaring tot 9 november tot resp. 68 % en 60 %. Het in juli geconstateerde verschil in aantasting tussen de oogst van behandelde en niet behandelde poters bestond 18 september nog, maar was op 9 november geheel verdwenen. Proef 2 gaf een overeenkomstig resultaat te zien. Indien het rooien in september heeft plaats gevonden blijkt eveneens dat bij beide proeven het verschil in het percentage aangetaste knoloppervlakte tussen object I en II tijdens de kuilbewaring tot november relatief afneemt en bij proef 2 zelfs geheel verdwijnt (fig. 6).

Bij bewaring in kuilen gaat het effect van de desinfectie dus weer verloren.

De desinfectie van poters die in lichte of sterke mate aangetast zijn Er is nagegaan of het resultaat van de desinfectie verschillend zou zijn indien de poters in lichte of in sterke mate zouden zijn aangetast. Dit onderzoek is uitgevoerd in aansluiting aan een onder 4.2 behandelde proef waarbij de invloed van de graad van aantasting van de poters op die van de oogst is nagegaan. Deze proef met Bintje in 1959, bestond uit twee objecten. Bij object I waren de poters in lichte graad en bij object II zwaar aangetast. De knollen van beide objecten werden in de herfst 1958 gedesinfecteerd met 0,5 % AArdisan gedurende één minuut. In het voorjaar 1959 werden de knollen gepoot in kleigrond; het rooien vond in juli en in septem-

ber plaats. De oogst is ten dele in poterbakjes, ten dele in kuilen opgeslagen. Uit tabel 17 blijkt dat de licht besmette poters na desinfectie meer zilverschorft op de oogst geven dan de zwaar besmette. Dit verschil geldt voor beide tijdstippen en bij beide bewaarmethoden.

Uit het onderzoek van poters die vrij kort voor het rooien in juli zijn opgegraven blijkt dat bij object I 22 % van de knoloppervlakte bezet was met conidiëndragers en bij object II 71 %. Bij het eerstgenoemde object bedroeg de aantasting bij het planten 0,6 % en bij het laatstgenoemde 88 % (tabel 17). Bij object I heeft dus een sterke uitbreiding van zilverschorft plaats gevonden maar bij object II niet. Bij object II is in juli zelfs minder zilverschorft waargenomen dan bij het planten,

Fig. 6. Toeneming van zilverschorft op de oogst van gedesinfecteerde poters tijdens bewaring in een kuil. Proef I: Sirtema, zandgrond 1956, desinfectie 8/11/'55. Proef II: Bintje, zandgrond 1957, desinfectie 8/11/'56. Object I: poters behandeld met 0,5 % Aardisan 1 min; object II: poters onbehandeld.

Proefvelden in zesvoud, monsters uit de kuilen in enkelvoud.

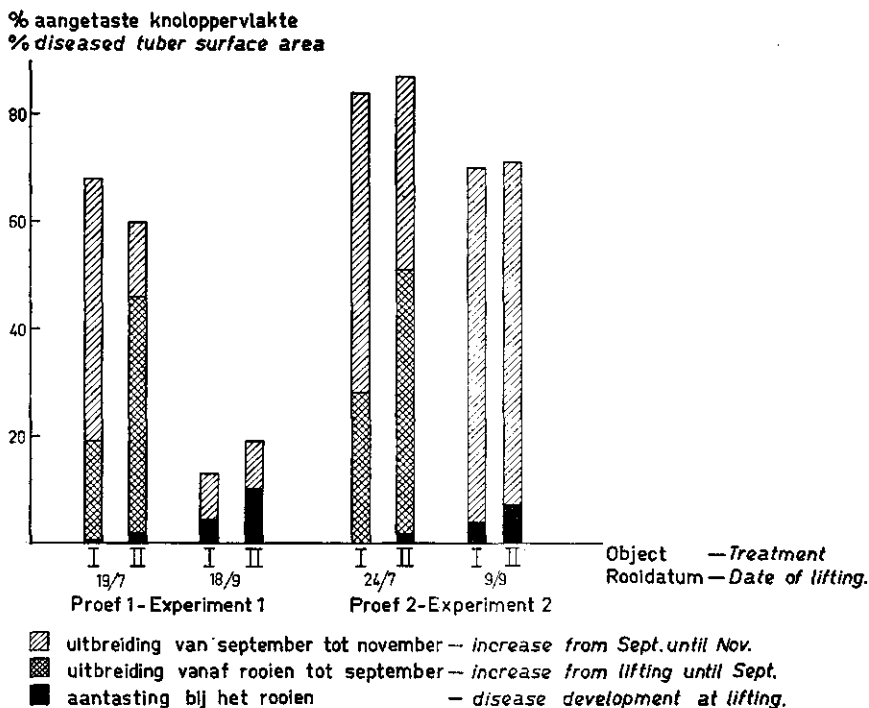


Fig. 6. Increase in silver scurf on the crop grown from disinfected seed potatoes during storage in a clamp. Exp. I: Sirtema on sandy soil in 1956, disinfected on 8/11/'55. Exp. II: Bintje on sandy soil in 1957, disinfected on 8/11/'56. Treatment I: seed potatoes treated with 0.5 % Aardisan 1 min; treatment II: seed potatoes untreated.

Experimental fields in sextuplicate, samples from the clamps single.

Tabel 17. Percentage aangetast knoloppervlak van de met 0,5 % Aardisan gedurende 1 minuut gedesinfecteerde, licht of zwaar aangetaste, poters en van de oogst.

	Poters	% met conidiën- dragers bezet opp. van op 6/7 opgegraven poters	Oogst geroid 23/7		Oogst geroid 10/9	
			bij het rooien	na inkuilen tot 10/9	bij het rooien	na inkuilen tot medio november
Licht aangetast/ <i>slightly diseased</i>	0,6	22	1,7	66	25	29
Zwaar aangetast/ <i>severely diseased</i>	88	71	0,6	51	8,1	22
	Seed pota- toes	% surface covered with conidiophores for seed potatoes lifted 6/7	after clamp- at ing till		after clamp- at ing until mid	
			lifting	10 September	lifting	November
			Harvested 23/7		Harvested 10/9	

Ras Bintje; plantdatum 22/4/59; kleigrond; proef in enkelvoud/*Variety Bintje; planted on 22/4/59; clay; in a single field.*

Table 17. Percentage diseased tuber surface of slightly or severely diseased seed potatoes disinfected with 0.5 % Aardisan during 1 minute, and of the crop.

hetgeen wel zal moeten worden toegeschreven aan het niet altijd meer duidelijk zichtbaar zijn van de oude conidiëndragers. Zoals onder 4.2 reeds is opgemerkt is het vermogen tot sporulatie van oude vlekken geringer dan van nieuwe. Bovendien zal dit vermogen bij de oude vlekken door de desinfectie nog meer zijn achteruitgegaan, zodat het wel verklaarbaar is dat deze bij de poters van object I, ondanks het grote aantal, minder besmetting op de oogst hebben overgebracht dan de minder talrijke nieuwe vlekken op de poters van object I.

Discussie Uit het onder 6.2.1 behandelde onderzoek blijkt dat het niet mogelijk is de desinfectie van de poter volledig te doen slagen. Dit negatieve resultaat is verklaarbaar aangezien *H. solani* in het periderm van de knol voorkomt en dus niet gemakkelijk voor een fungicide bereikbaar is. Busch (1958) kreeg geen sporulatie na behandeling van de knollen met organische kwikverbindingen of andere fungiciden en concludeerde hieruit dat de desinfectie geslaagd was. Hij liet de knolschijven nadat deze reeds twee weken in een vochtige omgeving hadden gestaan nog enkele weken in deze omgeving ter controle. Het is echter de vraag of deze termijn wel voldoende lang is geweest aangezien uit ons eigen onderzoek is gebleken dat bij desinfectie met sommige fungiciden pas sporulatie optreedt na 50 tot 100 dagen.

Door de behandeling met sommige fungiciden was het wel mogelijk de uitbreiding van *H. solani* op de knollen na het planten tegen te gaan (tabel 13). Uit de

proef waarbij AArdisan en Aretan vergeleken zijn bleek dat de minder sterke uitbreiding van zilverschurft op de poters tengevolge van de desinfectie correleerde met een minder sterke aantasting van de opbrengst. Ook tussen de beide fungiciden bestond er verschil, hoewel niet zo groot als het verschil tussen behandeld en onbehandeld, en het had niet of nauwelijks een verschil in de graad van aantasting van de oogst tot gevolg. Bij het onderzoek naar de invloed van de concentratie op de werkzaamheid van AArdisan kwamen er tussen de objecten ook verschillen voor in de groei van *H. solani* op de poters na het planten maar niet in de graad van aantasting van de opbrengst. Er zou uit deze proeven geconcludeerd kunnen worden dat een vergelijking van de werkzaamheid van de desinfectie bij verschillende objecten beter kan geschieden door de uitbreiding van zilverschurft op de poters vast te stellen dan door de graad van aantasting van de opbrengst te bepalen. Het eerstgenoemde criterium is bovendien veel gemakkelijker te bepalen.

Geen enkel van de onderzochte fungiciden was beter werkzaam dan alle andere. Het resultaat van de desinfectie met een bepaald fungicide was soms zeer ongelijk, zoals bij de onder 6.2.1 behandelde proeven in 1959 en 1960 (tabel 13). Het verschil in resultaat kan veroorzaakt zijn door de weersomstandigheden. Er zijn aanwijzingen dat het ras en de grondsoort ook invloed hebben op de werkzaamheid.

AArdisan gaf een even goed of beter resultaat dan de andere gelijktijdig beproefde middelen. Bij dit middel is geconstateerd dat een concentratie van 0,15 % onvoldoende is voor de bestrijding en dat de behandeling het beste in het najaar uitgevoerd kan worden. Het is niet duidelijk waarom het resultaat van de desinfectie in het najaar of in het voorjaar verschillend was. Er was geen verschil in graad van aantasting van de te behandelen poters aangezien de opslag hiervan in poterbakjes had plaats gevonden.

Gedurende 1956 tot en met 1960 zijn elf proeven verricht waarbij de invloed van de desinfectie met 0,5 % AArdisan gedurende één minuut in het najaar op de aantasting van de oogst in nagegaan. Bij tien proeven is een vermindering en bij één proef een kleine vermeerdering van de aantasting vastgesteld. De vermindering ten opzichte van onbehandeld varieerde van 30 % tot 97 %.

Desinfectie met AArdisan of met een ander pootaardappelontsmettingsmiddel waarvan de werkzame stof een organische kwikverbinding is heeft het voordeel dat ze gecombineerd kan worden met de ontsmetting tegen lakschurft (Anonymus, 1957). De behandeling moet zorgvuldig worden uitgevoerd, anders is de kans groot dat desinfectie geen resultaat oplevert.

De behandeling van poters heeft alleen zin indien de oogst binnen een bepaalde tijd is opgedroogd. Deze tijd bedroeg bij twee proeven ten hoogste zes tot acht weken. Het resultaat van de desinfectie was namelijk na een kuilbewaring van juli tot september nog merkbaar (fig. 6). Het is dan ook noodzakelijk om de opbrengst van behandelde poters op te slaan in een bewaarplaats met buitenluchtkoeling en de aardappelen vervolgens snel te drogen. Het opdrogen zal dan gewoonlijk wel binnen de genoemde tijd tot stand komen.

Proeven met poters die resp. in lichte en in sterke mate waren aangetast, wezen er niet op dat de bestrijding van zilverschurft beter tot stand komt door de desinfectie van eerstgenoemde poters. Bij een lichte graad van aantasting is er nl. meer knoloppervlakte beschikbaar voor de uitbreiding van *H. solani* na het planten. De mogelijkheid bestaat ook dat de desinfectie bij grote vlekken, waarvan een deel van het weefsel reeds is gedesintegreerd, meer effect heeft dan bij kleinere vlekken waarbij het periderm nog vrij goed intact is.

6.3 Behandeling van de oogst met een fungicide

Gedurende 1957-'58 is in samenwerking met het Instituut voor Bewaring van Landbouwprodukten een proef met Libertas uitgevoerd om na te gaan in hoeverre zilverschurft bestreden kan worden door ontsmetting van de geoogste knollen met AARDISAN. De behandeling vond 1 oktober 1957 plaats. De vier objecten van de proef waren: gewassen, ontsmet met AARDISAN 0,5 % gedurende één minuut (object I), gewassen, ontsmet met AARDISAN 1 % gedurende één minuut (object II), gewassen, niet ontsmet (object III) en niet gewassen, niet ontsmet (object IV). Elk object omvatte 50 kg aardappelen. De ontsmetting vond plaats in jute zakken. Na de ontsmetting zijn de aardappelen in nieuwe jute zakken gedroogd in een luchtstroom op een roostervloer en vervolgens op een stapel bewaard in een geïsoleerde maar niet gekoelde opslagplaats. De stapel is regelmatig omgezet zodat de omstandigheden van temperatuur en vochtigheid gelijk waren voor alle objecten. Bij het begin van de proef bedroeg de aantasting 1,6 %. Tengevolge van de vrij hoge temperatuur en vochtigheid breidde zilverschurft zich gedurende de bewaring in sterke mate uit op de niet behandelde knollen. In de bewaarperiode van oktober 1957 tot 20 mei 1958 bedroeg de toeneming bij de objecten III en IV resp. 67 % en 73 % van de knoloppervlakte. Bij de objecten I en II was er echter praktisch geen verschil in graad van aantasting aan begin en einde van de proef. Een overeenkomstige proef, waarbij een maand later ontsmet werd, had hetzelfde resultaat.

Er zijn aan de bestrijding van de ziekte door ontsmetting van de oogst met AARDISAN ondanks het goede resultaat veel bezwaren verbonden. Bij grote partijen is het wassen en ontsmetten alleen mogelijk met behulp van een kostbare installatie. Na de behandeling moeten de aardappelen snel gedroogd worden wegens het gevaar voor het optreden van natrot (*Erwinia carotovora* (Jones) Holland (syn. *Pectobacterium carotovorum* (Jones) Waldee) e.a. bacteriën). Consumptie-aardappelen mogen bovendien niet ontsmet worden. Voorts dient de behandeling niet direct na het rooien plaats te vinden aangezien er door de mechanische beschadigingen op de knollen kans op fytocide werking door AARDISAN bestaat. Voordat er ontsmet kan worden heeft zilverschurft tijdens de voorlopige opslag echter reeds de gelegenheid gehad zich sterk uit te breiden; dit vermindert het resultaat van de behandeling.

6.4 Behandeling van de grond met een bestrijdingsmiddel

In de veronderstelling dat de besmetting van de grond een belangrijke rol zou spelen bij de aantasting van de knollen is in 1955 op vier proefvelden op zandgrond grondontsmetting met zineb en sublimaat uitgevoerd. Het eerste middel is als poeder uitgestrooid naar rato van 20 kg/ha; sublimaat is als verdunde vloeistof rondom de plantgaten uitgedroogd naar rato van 15 kg/ha. Beide middelen zijn bij het planten toegediend en ondergewerkt. Op de vier proefvelden is Eigenheimer geplant. Het gewas is in september gerooit waarna de beoordeling van de aantasting van de oogst plaats vond. Het bleek dat bij de behandeling van de grond met zineb geen vermindering van de aantasting wordt verkregen. De gemiddelde aantasting van de vier proefvelden bij het rooien bedroeg 2,9 % tegen 3,1 % bij onbehandelde grond. De toediening van sublimaat had evenmin een gunstig resultaat. Op één proefveld was de aantasting zelfs toegenomen hetgeen verklaard zou kunnen worden door aan te nemen dat in de grond aanwezige antagonistische micro-organismen door sublimaat gedood zijn.

Uit het latere, onder 4.1 behandelde onderzoek, is gebleken dat de besmetting van de grond slechts een geringe rol speelt. Hierdoor wordt het begrijpelijk dat de toevoeging van fungiciden geen succes had.

Er is ook nagegaan of zilverschurft bestreden kan worden door behandeling van de grond met PCNB (pentachloornitrobenzeen). Dit middel is geen fungicide maar heeft, in dampvorm, een fungistatische werking. Het blijft in tegenstelling tot de toegepaste fungiciden lange tijd in de grond werkzaam. De mogelijkheid bestond dat dit middel in staat zou zijn in de zomer, wanneer de aantasting van de knollen in de grond plaats heeft, de infectie tegen te gaan. PCNB wordt onder bepaalde omstandigheden toegepast bij de bestrijding van schurft (*Streptomyces spp.*) en lakschurft (*Rhizoctonia solani Kühn*) (van Emden en Labruière, 1958; van Emden, 1958).

In 1957 is een proef verricht waarbij het middel vlak voor het planten is uitgestrooid naar rato van resp. 100 kg, 75 kg en 25 kg per ha. Op twee van de vier proefvelden zijn Bintje en op twee andere Sirtema knollen gepoot; alle velden lagen op zandgrond. In september vond de oogst plaats. Het bleek dat PCNB in alle doseringen een daling van de aantasting van de oogst ten gevolge had (tabel 18). Het verschil in aantasting tussen behandeld en onbehandeld is op alle proefvelden voor twee van de drie doseringen significant, nl. voor 100 en 75 kg per ha. De toepassing van zulke hoge doseringen is echter bezwaarlijk in verband met de kosten van de behandeling en omdat PCNB een ongunstige invloed op de opkomst kan hebben (van Emden en Labruière, 1958). Ook opbrengst en smaak kunnen door de behandeling achteruitgaan. Indien de grondbehandeling met PCNB aangewend wordt tegen schurft of lakschurft kan men echter tevens als resultaat bereiken dat de zilverschurftaantasting geringer is.

Tabel 18. Percentage aangetast knoloppervlak van de oogst na behandeling van de grond met PCNB (proeven in 6-voud).

Object	Hoeveelheid PCNB/ amount of PCNB	Proefveld/ <i>experimental field</i>				Gemiddeld/ <i>average</i>
		1	2	3	4	
I	100 kg/ha	1,0	0,6	1,6	9,0	3,5
II	75 kg/ha	2,5	0,7	1,5	12	4,2
III	25 kg/ha	3,4	1,6	6,0	19	7,5
IV	onbehandeld/ <i>untreated</i>	7,7	4,0	8,5	21	10

Proefvelden 1 en 2: Bintje, aangetast oppervlak poters 2,3 %.

Experimental fields 1 and 2: var. Bintje, diseased surface area of seed potatoes 2.3 %.

Proefvelden 3 en 4: Sirtema, aangetast oppervlak poters 5,4 %.

Experimental fields 3 and 4: var. Sirtema, diseased surface area of seed potatoes 5.4 %.

Behandeling direct voor het planten; plantdatum eind april 1957; geoogst medio september.

Treatment immediately before planting; planting date end April 1957; harvest mid September.

Table 18. Percentage diseased tuber surface of the harvest after treatment of the soil with PCNB (experiments in sextuplicate).

Samenvatting

Uit het onderzoek naar de graad van aantasting door zilverschurft bij het rooien bleek dat in het begin van juli nog weinig of geen symptomen op de knollen voorkwamen. Naarmate later gerooid werd nam de aantasting toe, bij vroege rassen meer dan bij late (fig. 1 en 2). Er waren aanwijzingen dat de uitbreiding in vochtige grond sneller plaatsvond dan in droge.

De graad van aantasting was in dit onderzoek bijzonder hoog, hetgeen misschien toegeschreven moet worden aan de teeltwijze. Het gewas kon namelijk niet op ruggen geteeld worden. In de praktijk, waarbij de teelt steeds op ruggen plaatsvindt, was de aantasting geringer en kwam in de tweede helft van juli of begin augustus gewoonlijk nog maar weinig zilverschurft op de knollen voor. In september was de aantasting sterker, vooral bij vroege rassen (tabel 2).

Het is niet gebleken dat het looftrekken invloed had op de uitbreiding van zilverschurft op de knollen in de grond (tabel 1). Evenmin is er een verschil in uitbreiding waargenomen indien het gewas werd loofgetrokken of doodgespoten.

Burke (1938) veronderstelde dat de knollen resistent blijven zolang ze nog groeien. De sterke aantasting die aan het eind van juli of begin augustus is waargenomen bij de proeven waarbij het gewas niet op ruggen is geteeld (fig. 1 en 2) toont echter aan dat groeiende knollen vanaf juli vatbaar zijn.

De toeneming van zilverschurft in kuilen bleek zeer aanzienlijk te zijn (fig. 3). Zilverschurft moet dan ook voor een belangrijk deel als een bewaarziekte beschouwd worden. De uitbreiding in de kuil wordt bevorderd door de hoge graad van vochtigheid en de hoge temperatuur in dit milieu. Zelfs gedurende de winter kan zilverschurft nog toenemen aangezien de temperatuur in de kuil gedurende dit seizoen dikwijls hoger is dan $2,7^{\circ}\text{C}$, de temperatuur waarbij geen uitbreiding van de aantasting meer plaats vindt (Burke, 1938).

Indien vroeg gerooide aardappelen in een kuil opgeslagen werden tot medio september, bleek de aantasting aanzienlijk sterker toe te nemen dan wanneer de knollen gedurende die periode in de grond bleven zitten. Bijgevolg kwam op aardappelen in kuilen des te meer zilverschurft voor naarmate het rooien vroeger had plaatsgevonden (fig. 3 en tabel 3).

De uitbreiding van zilverschurft gedurende twee maanden in kuilen was sterker op aardappelen die in de tweede helft van juli dan op aardappelen die half september gerooid waren (fig. 4).

Bij rooien in juli was er tussen rassen die verschilden in vroegrijpheid nauwelijks verschil in uitbreiding tijdens de kuilbewaring, maar bij rooien in september nam

zilverfurf in de kuil in sterkere mate toe naarmate het ras vroeger rijp is (tabel 3).

Bij aardappelen in een bewaarplaats met buitenluchtkoeling was de uitbreiding van zilverfurf minder sterk dan in een kuil (tabel 4). De geringere mate van aantasting moet in de eerste plaats worden toegeschreven aan het drogend, maar daarnaast ook aan het koelend effect van de ventilatie. Niettemin kwam in de bewaarplaats toch nog veel zilverfurf op de knollen voor, doordat het drogen nog te lang duurde. Alleen onder in de hoop was de aantasting vrij gering, doordat het doorblazen van de lucht van onderen af plaatsvond (tabel 5). Bij proeven met aardappelen in vaten met buitenluchtkoeling bleek dat er een verband bestond tussen de uitbreiding van zilverfurf en de duur van het droogproces (tabel 6). Als het drogen in deze proeven niet langer duurde dan zes tot tien dagen breidde de aantasting zich gedurende een bewaring van drie tot vier maanden maar weinig uit.

Na het drogen kon zilverfurf nog wel toenemen aangezien de luchtvochtigheid door de verdamping en ademhaling van de knollen weer toenam. Het is dan ook noodzakelijk tijdens de bewaring van tijd tot tijd te ventileren.

Proeven met niet geïnfecteerde poters toonden aan dat bij een drie- of meerjarige vruchtwisseling de besmetting van de oogst in hoofdzaak afkomstig is van de poter (tabel 7). De mogelijkheid bestaat dat ook de grond in zeer geringe mate is besmet.

Bij een extreem verschil in aantasting van de poters bestond een negatieve correlatie tussen de graad van aantasting van de poters en die van de oogst (tabel 8). Deze negatieve correlatie kan verklaard worden door aan te nemen dat de sporulatie die gedurende de groei van het gewas op de poters ontstaat, in belangrijke mate bepalend is voor de graad van infectie van de oogst. Deze sporulatie is bij de licht aangetaste poters sterker geweest dan bij zwaar aangetaste, doordat bij de eerste na het planten veel meer uitbreiding van zilverfurf tot stand kwam en op nieuw gevormde vlekken meer sporulatie plaatsvindt dan op reeds bestaande.

Zilverfurf benadeelt niet alleen het uiterlijk van de knol maar kan ook gewichtsverliezen veroorzaken (tabel 9). Niet aangetoond kon worden dat de opkomst en ontwikkeling van het gewas ernstig nadeel ondervonden van een sterke aantasting van de poters (tabel 10); onder bepaalde omstandigheden zoals bij een minder goede kiemkracht (bij het ras Bea, Meyers, 1963) of bij een uitzonderlijk sterke schrompeling van de poters (foto 5) of bij ongunstige weersomstandigheden en een slechte structuur van de grond moet dit echter wel mogelijk worden geacht.

Zilverfurf kan bij bewaring van kleine hoeveelheden aardappelen goed bestreden worden in poterbakjes in een goed geventileerde ruimte. Bij de vroege rassen dient het rooien echter tijdig plaats te vinden aangezien anders zilverfurf zich reeds vóór het rooien op de knollen heeft uitgebreid.

Bij bewaring van grote hoeveelheden aardappelen kan zilverfurf tegengegaan worden in bewaarplaatsen met buitenluchtkoeling. Zoals echter reeds is vermeld vindt het drogen dikwijls niet snel genoeg plaats om de uitbreiding voldoende te beperken. De resultaten van één proef hebben aanwijzingen gegeven dat een betere bestrijding van zilverfurf tot stand kan komen door het drogen met verwarmde

lucht of met meer lucht per uur dan gewoonlijk wordt toegepast (tabel 11, proef 1958).

Teneinde zilverschurft zo goed mogelijk te bestrijden is het van belang al die maatregelen te nemen die het snel drogen van de in de bewaarplaats opgeslagen aardappelen bevorderen. Het verdient dan ook aanbeveling bij het kiezen van het tijdstip van rooien rekening te houden met de vochtigheidstoestand van de grond, bij het binnenbrengen van de eerste vrachten reeds een aanvang te maken met het droogblazen en te zorgen voor een goede ventilatie.

Het bleek niet mogelijk knollen door desinfectie met een fungicide volledig van infecties door *H. solani* te bevrijden. Busch (1958) kreeg wel een positief resultaat maar deze onderzoeker ging slechts gedurende twee tot vier weken na de behandeling na of nog sporulatie op de knollen ontstond in een vochtige omgeving. Bij ons onderzoek is deze controle daarentegen veertien weken voortgezet.

Bij een aantal fungiciden behorende tot verschillende groepen zoals de organische kwikverbindingen, de carbamaten, enz. bleek dat na desinfectie met sommige van deze middelen de groei van de schimmel en dus ook de sporulatie op de poters na het planten minder sterk was dan bij onbehandeld. Het resultaat was echter in de twee jaren van onderzoek niet gelijk (tabel 13). Twee middelen waren goed werkzaam in de droge zomer van 1959, maar weinig in de vrij natte zomer van 1960, en bij een derde middel was juist het omgekeerde het geval. Deze resultaten wijzen er op dat de weersomstandigheden invloed hebben op het resultaat van de desinfectie maar ook dat de invloed van het weer verschilt per middel. Bij enkele organische kwikverbindingen is gebleken dat na desinfectie van de poters de aantasting van de opbrengst minder sterk was (tabel 14 en 15).

Bij AArdisan, een middel op basis van een vluchtige organische kwikverbinding, is in twaalf proeven in verschillende jaren nagegaan in welke mate de desinfectie de aantasting van de opbrengst bij het rooien tegenging. De behandeling is in de herfst uitgevoerd met 0,5 % van het middel toegepast gedurende één minuut. De resultaten waren zeer ongelijk. Bij tien proeven trad een vermindering van de aantasting op (die bovendien nog varieerde van 30 % tot 97 % al naar gelang van de proef), bij één een geringe vermeerdering en bij één proef bleef de aantasting gelijk. In deze laatste proef zijn drie wijzen van behandeling met AArdisan vergeleken, namelijk dompeling gedurende 1 min. in 0,5 %, 5 min. in 0,3 % en 20 min. in 0,15 % van het middel. De beide eerste hadden een vermindering van de groei van *H. solani* op de poters na het planten tot gevolg, de laatste echter niet.

Desinfectie van de poters met 0,5 % AArdisan gedurende 1 min. in het najaar, bleek de aantasting van de opbrengst bij het rooien in sterkere mate te verminderen dan dezelfde behandeling van de poters in het voorjaar (tabel 15 en 16).

De opbrengst van gedesinfecteerde poters dient onder droge omstandigheden bewaard te worden. Bij opslag in een vochtige omgeving zoals in een kuil gaat het resultaat van de behandeling verloren (fig. 6).

Bij desinfectie van poters die in lichte of zeer sterke mate aangetast waren, bleek dat op de oogst van de behandelde licht aangetaste poters de meeste zilver-

schurft voorkwam. Dit kan, althans ten dele, verklaard worden door de sterke uitbreiding van *H. solani* op deze poters na het planten (tabel 17).

De ontwikkeling van zilverschurft tijdens de bewaring van aardappelen gaat niet verder na behandeling met 0,5 % AÅrdisan gedurende 1 min. De toepassing van deze behandeling mag echter voor consumptie-aardappelen beslist niet gepropageerd worden. Een ander bezwaar is dat bij grote partijen het wassen en ontsmetten alleen mogelijk is met behulp van een kostbare installatie.

De bij het begin van het onderzoek verrichte proeven over de bestrijding van zilverschurft door ontsmetting van de grond met zineb of sublimaat hadden geen effect. Dit wordt verklaard door het resultaat van het later uitgevoerde onderzoek naar de oorsprong van de besmetting, waarbij bleek dat *H. solani* in de grond hoogstens in geringe mate voorkomt. Het bleek wel mogelijk de aantasting tegen te gaan door behandeling van de grond met 75-100 kg PCNB per ha (tabel 18). De toepassing van zulke hoge doseringen is echter bezwaarlijk in verband met de kosten van de behandeling en omdat PCNB een ongunstige invloed op de opbrengst zowel als op de smaak kan hebben.

Conclusies

1. De uitbreiding van zilverschurft op de knollen in de grond is in de praktijk in juli en begin augustus meestal nog gering. Daarna neemt de aantasting toe, vooral bij vroege rassen.
2. Loof trekken of doodspuiten van het gewas had geen invloed op de uitbreiding van zilverschurft op de knollen in de grond.
3. Tijdens bewaring in kuilen breidt zilverschurft zich in sterke mate uit, en wel des te meer naarmate het rooien eerder heeft plaatsgevonden.
4. In een bewaarplaats met buitenluchtkoeling neemt de aantasting in minder sterke mate toe dan in een kuil. Niettemin bleek in de bewaarplaats dikwijls veel zilverschurft op te treden, omdat het drogen van de aardappelen tijdens het begin van de bewaring nog te veel tijd in beslag nam.
5. De besmetting wordt bij een vruchtwisseling van drie of meer jaren in hoofdzaak overgebracht door de poter.
6. De graad van aantasting van de opbrengst hangt samen met de mate waarin gedurende de groei van het gewas op de poter conidiën gevormd worden.
7. Op poters die in sterke mate zijn aangetast kunnen na het planten minder conidiën ontstaan dan op poters waarop slechts weinig zilverschurft voorkomt. De oorzaak hiervan is dat de reeds aangetaste oppervlakte als substraat voor *H. solani* minder gunstig is dan de onaangetaste.
8. Uit 6 en 7 volgt dat het geen voordeel heeft poters te gebruiken die weinig zijn aangetast, tenzij deze in uitzonderlijk lichte mate zijn geïnfecteerd.
9. Bij opslag van kleine hoeveelheden aardappelen is het mogelijk een produkt te krijgen dat slechts in geringe mate is aangetast, door de knollen, zodra deze rooibaar zijn, te oogsten en direct droog op te slaan.
10. Uit 4 blijkt dat een goede bestrijding van zilverschurft bij de opslag van grote hoeveelheden niet gemakkelijk is te verwezenlijken aangezien het drogen te lang duurt. Teneinde de uitbreiding van de ziekte zoveel mogelijk tegen te gaan dient elke maatregel genomen te worden die het opdrogen van de knollen bevordert.
11. Door de poters te desinfecteren met bepaalde organische kwikverbindingen kan de aantasting van de opbrengst bij het rooien tegengegaan worden. Bij toepassing van 0,5 % Aardisan gedurende één minuut in het najaar was het resultaat van de behandeling meestal positief maar in kwantitatief opzicht zeer verschillend.
12. Bij vergelijking van de desinfectie met 0,5 % Aardisan in het najaar met die in het voorjaar bleek het resultaat van de najaarsbehandeling het beste te zijn.
13. De opbrengst van gedesinfecteerde poters dient in poterbakjes of in een bewaarplaats met buitenluchtkoeling opgeslagen en snel gedroogd te worden. In een kuil gaat het resultaat van de behandeling verloren.

Summary

Silver scurf or silver scab is caused by *Helminthosporium solani* Dur. & Mont. (syn. *H. atrovirens* (Harz) Mason & Hughes, syn. *Spondylocadium atrovirens* Harz (Ellis, 1961). The disease occurs in most countries where potatoes are grown. In the Netherlands the disease was known for many years but was considered of minor importance. In 1954, however, when ware potatoes were washed to improve the product, several lots proved to be diseased with silver scurf organism to such a degree that they were unmarketable. A more detailed study showed that the disease was much more common than expected, and that *H. solani* could cause a severe shrivelling of the tubers and sometimes reduced sprouting vigour.

Several studies on silver scurf disease have already been published. Because many questions still remain unanswered, I decided to study the following aspects:

1. Increase in silver scurf on tubers before lifting
2. Increase in silver scurf during storage in clamps
3. Difference in susceptibility between potato varieties
4. Increase in silver scurf during storage in warehouses cooled with outside air
5. Contamination of the crop
6. Control of the disease by drying the tubers after lifting as soon as possible
7. Control of the disease by disinfection of the seed potatoes.

The disease development of silver scurf was expressed as mean percentage diseased tuber surface in a sample of 25 tubers (size 35 × 45 cm). To estimate this percentage each tuber was examined with a binocular microscope and classified into one of seven disease classes ranging from class I (no visible silver scurf) to class VII (75-100 % of tuber surface diseased).

Tubers lifted early in July were only lightly diseased if at all. Tubers lifted later had more silver scurf, especially in early rather than late varieties (fig. 1 and 2). Several results indicated that the increase was more rapid in a moist soil than in a dry one.

The severity of the disease in these experiments was high, probably because the crop was grown in flat culture. This method of culture was for other reasons. Under commercial conditions when plants were grown on ridges disease was less and usually only a little scurf occurred on the tubers when lifted in the second half of July or early in August. In September more silver scurf occurred, especially in early varieties (table 2).

Haulm pulling had no influence on the increase in silver scurf on tubers before lifting (table 1). Neither was a difference in the increase found whether the haulm

was pulled or was killed by a chemical.

Burke (1938) supposed that tubers remain resistant as long as they are growing but the severe disease development on tubers late in July or early in August when the crop had been cultivated on the flat (fig. 1 and 2) showed that growing tubers were already susceptible in July.

During clamping silver scurf increases sharply (fig. 3) through the humidity and warmth within. Even in winter silver scurf increases because the temperature in the clamp often remains higher than 2.7°C , which is the minimum temperature for infection by *H. solani* (Burke, 1938).

The increase in disease until mid September was less if the tubers remained in the soil than if they were lifted early in the season and clamped. Consequently, more silver scurf occurred on tubers stored in clamps, the earlier they were lifted (fig. 3, table 3).

The spread of *H. solani* on tubers clamped for two months was more rapid if tubers had been lifted in the second half of July than in September (fig. 4).

If tubers were stored in a warehouse cooled with outside air, blown in from underneath by a ventilator, the increase in silver scurf was less than in clamped tubers (table 4), primarily through the drying effect of the ventilation but also through the cooling effect. But the severity of disease in the warehouse was still too high except in tubers stored from the bottom to a height of 0.5-1 metre (table 5). This was by the slow drying of tubers stored from 0.5-1 metre upwards. In experiments with potatoes stored in containers a positive correlation between the increase in silver scurf during storage and the length of the drying period was evident. If the tubers dried within 6 to 10 days after putting into storage, the spread of disease remained restricted to 10 % of the tuber surface or less (table 6).

After the tubers have dried silver scurf may still spread, though less rapidly, as the relative humidity increases again by evaporation and respiration of the tubers. To restrict this disease it is necessary to ventilate from time to time.

Experiments with seed potatoes, not or hardly diseased by *H. solani*, clearly demonstrated that with a crop rotation of three years or more, infection was chiefly from the seed potato (table 7). The possibility exists that the soil is also contaminated but if so the contamination can be only very slight.

With extreme differences in disease development a negative correlation was found between the disease development of the seed potatoes and that of the potato crop. On slightly diseased seed potatoes *H. solani* spread after planting much more than on severely diseased ones. New spots of silver scurf sporulate much more than old spots. Thus the amount of sporulation of *H. solani* on seed potatoes during growth of the crop determines the degree of infection of the crop.

As well as harming the appearance of the tubers, silver scurf can also reduce weight during storage (table 9).

In an experiment with several varieties severely diseased seed potatoes did not hinder emergence and growth of the plants (table 10). However, under certain circumstances, such as varieties with a low sprouting vigour (var. Bea, Meyers,

1963), poor soil or inclement weather or when the seed potatoes are severely shrivelled (photo 5) such damage is possible.

The severity of disease can be restricted to slight if the lifted tubers are stored in seedboxes in a well ventilated room. However, early varieties must be lifted in good time to prevent the tubers becoming more diseased before they are put into storage.

A good control of silver scurf when potatoes are stored in bulk is much more difficult. One experiment indicated that the disease may be better controlled by drying with warmed outside air or a stronger ventilation than is used commercially.

To control silver scurf in warehouses as much as possible, the tubers should be dried as rapidly as possible after lifting. The moistness of the soil should be considered when choosing the date of lifting. As soon as the first loads are in store, drying should begin and care should be taken that ventilation is efficient.

Experiments on the disinfection of seed potatoes from *H. solani* with fungicides failed. Busch (1958) supposed that the results of his disinfection experiments were positive but he checked for the disease for only two to four weeks after treatment, whilst in my experiments sporulation started again fourteen weeks after treatment.

I also investigated whether disinfection of seed potatoes decreased spread and consequently sporulation of *H. solani* on tubers after planting. Several fungicides were tested but only four were active. Except for AAbulba (an organomercurial of moderate volatility), the results were different in two seasons (table 13). AApirol Extra (thiram) and AAventa-46 (a non-volatile organomercurial) were more active and AArdisan (a volatile organomercurial) less active in 1959 than in 1960. This might be due to the prevailing summer weather in these two seasons, dry in 1959 and wet in 1960.

In 1960 the influence was studied of disinfecting seed potatoes with the four fungicides on the severity of disease of the crop at lifting. The seed potatoes were treated with fungicide in autumn or spring. AArdisan and AAbulba decreased silver scurf in the crop but AApirol Extra and AAventa-46 were less beneficial and treatment in spring with AApirol Extra even increased the disease (table 15). In an earlier experiment AArdisan and Aretan (an organomercurial) were compared. Both fungicides decreased the disease in the crop (table 14).

The fungicidal action of AArdisan was further investigated in other experiments in different seasons. In autumn the seed potatoes were treated with 0.5 % fungicide for 1 min. The results were not consistent as in ten experiments the disease of the crop at lifting decreased to a variable degree (30 to 97 % according to the experiment), in one a slight increase was found and in another the treatment had no effect. In the last experiment seed potatoes were treated in three ways with AArdisan in autumn: 0.5 % for 1 min., 0.3 % for 5 min. and 0.15 % for 20 min. The first two treatments decreased the growth of *H. solani* on the seed potatoes after planting, though not much, but the third treatment had no effect on growth of the fungus.

Disinfection with 0.5 % AArdisan in autumn better controlled silver scurf in

the crop than the same treatment in spring (table 15 and 16).

The crop grown from disinfected seed potatoes should be stored in dry conditions. In a humid environment the result of treatment is lost (fig. 6).

A comparison of disinfected seed potatoes which were slightly or severely diseased showed that the crop grown from slightly diseased seed potatoes had more silver scurf. This difference in infection could be explained by the difference in increase of *H. solani* on the seed potatoes after planting (table 17).

If tubers were treated at the beginning of storage with 0.5 % Aardisan for a minute, silver scurf did not increase even if relative humidity and temperature were high. But treatment of ware potatoes with mercurials should be avoided. Another objection to this method of control is the difficulty of washing and disinfecting large quantities of potatoes, except with expensive installations.

Disinfection of the soil with zineb or mercuric chloride did not influence the severity of infection of the crop. This negative result accords with the conclusion that soil is slightly or not contaminated. But treatment of the soil with the fungistatic compound PCNB at 75-100 kg per ha decreased silver scurf (table 18), probably because this compound was still active in the soil when the tubers were growing. But PCNB at this rate is expensive. Another objection to this compound is the possible impairment to yield and taste.

Literatuur

- ANONYMUS 1955- Maandelijks overzicht der weersgesteldheid in Nederland.
1961 KNMI, de Bilt.
- ANONYMUS 1957 Ontsmetting van poot aardappelen tegen de *Rhizoctonia*-
ziekte. *Ber. plziektenk. Dienst 1253*.
- ANONYMUS 1966 41e Rassenlijst voor landbouwgewassen. IVRO, Wageningen.
- BRITTLEBANK, C. C. 1915 Potatoe diseases - the danger of importation. *J. Dep. Agric. Vict. 12*: 400-3.
- BURKE, O. D. 1938 The silver-scurf disease of potatoes. *Bull. Cornell Univ. agric. Exp. Stn 692*: 1-30.
- BUSCH, L. V. 1958 Silver scurf on muck potatoes. *Pl. Dis. Reprtr 42*: 441-3.
- CLINTON, G. P. 1908 Scurf, *Spondylocadium atrovirens* Harz. *Rep. Conn. agric. Exp. Stn 31-32*: 357-9.
- CRÉPIN, CH. 1923 Dartrose (*Vermicularia varians* Ducomet) et gale argentée (*Spondylocadium atrovirens* Harz) du tubercule de pomme de terre. *Revue Path. vég. Ent. agric. Fr. 10*: 63-6.
- ELLIS, M. B. 1961 Demateaceous Hyphomycetes. III. *Mycol. Pap. 82*.
- EMDEN, J. H. VAN 1958 Control of *Rhizoctonia solani* Kühn in potatoes by disinfection of seed tubers and by chemical treatment of the soil. *Eur. Potato J. 1*: 52-64.
- EMDEN, J. H. VAN & 1958 Results of some experiments on the control of common
R. E. LABRUYÈRE scab of potatoes by chemical treatment of the soil. *Eur. Potato J. 1*: 14-24.
- FRANK, A. B. 1897 Die Fleckenkrankheit der Kartoffelschale mit dem *Phellomyces sclerotiphores* Frank. *Kampfbuch gegen die Schädlinge unserer Feldfrüchte*: 182-5.
- FRANK, A. B. 1898 Die Phellomyces-Fäule. *Ber. dt. bot. Ges. 16*: 280-1.
- HARRISON, D. E. 1962 Silver scurf on the potato. *J. Dep. Agric. Vict. 60*: 530-1.
- HARZ, C. O. 1871 Einige neue Hyphomyceten Berlin's und Wien's nebst Beiträgen zur Systematik derselben. *Bull. Soc. Imp. Nat. (Moscou) 44*: 88-147 (p. 128).
- HROBRUIH, N. D. 1953 Silver scurf of potatoes. *Bot. Zh. SSSR 38*: 206-14 (Russisch artikel, uittreksel in *Rev. appl. Mycol. 33* (1954): 110-1).
- JOHNSON, T. 1903 *Phellomyces sclerotiphorus* Frank: a cause of potatoe scab and dry rot. *Econ. Proc. R. Dublin Soc. 1* (1899-1909): 161-6.
- MELHUS, I. E. 1913 Silver scurf, a disease of the potatoe. *Circ. Bur. Pl. Ind. U.S. Dep. Agric. 127*: 15-24.
- MEYERS, C. P. 1961 Het bewaren van consumptieaardappelen. *Inst. Bewar. Verwerk. LandbProd., Publtie 98*.

- | | | |
|-----------------------------------|------|---|
| MEYERS, C. P. | 1963 | Enkele resultaten van een onderzoek naar de slechte opkomst van pootaardappelen. <i>Meded. ned. alg. KeurDienst LandbZaken Aardappelpootg.</i> 19: 118-21. |
| MEYERS, C. P. | 1964 | Zilver-schurftaantasting op aardappelen, de invloed daarvan op de blauwgevoeligheid van de knollen en de uitbreiding tijdens de bewaring. <i>Jaarb. Inst. Bewar. Verwerk. LandbProd.</i> 1964: 72-81. |
| MEYERS, C. P. | 1965 | Enkele aspecten van de blauwgevoeligheid van aardappelen. <i>Inst. Bewar. Verwerk. LandbProd., Publtie</i> 143. |
| MEYERS, C. P. | 1966 | De invloed van bewaarcondities op het optreden van bewaargebreken bij aardappelen. <i>Jaarb. Inst. Bewar. Verwerk. LandbProd.</i> 1966: 77-90. |
| SCHULTZ, EUGENE S. | 1916 | Silver-scurf of the Irish potato caused by <i>Spondylocladium atrovirens</i> . <i>J. agric. Res.</i> 6: 339-50. |
| SMITH, ANNIE L. &
REA CARLETON | 1903 | <i>Phellomyces sclerotophorus</i> Frank. <i>Trans. Br. mycol. Soc.</i> 2: 59. |
| SPEK, J. VAN DER | 1965 | <i>Botrytis cinerea</i> als parasiet van vlas. Diss. Wageningen. |
| TAUBENHAUS, J. J. | 1916 | A contribution to our knowledge of silver scurf (<i>Spondylocladium atrovirens</i> Harz) of the white potatoe. <i>Mem. N.Y. bot. Gdn</i> 6: 549-60. |